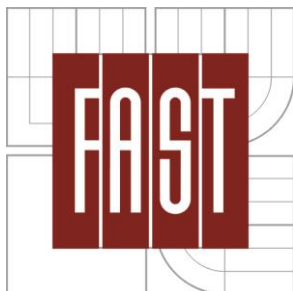


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA

AIRCONDITIONING OF SPORTS CENTRE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TEREZA VACKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tereza Vacková
Název	Vzduchotechnika sportovního centra
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá
1-2 zařízení k dalšímu rozpracování
tepelné bilance,
průtoky vzduchu, tlakové poměry
distribuce vzduchu,
dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),
útlum hluku
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené
místnosti, strojovna), legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy,
technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační)
schéma
- k) závěr,
- l) seznam použitých zdrojů,
- m) seznam použitých zkratk a symbolů,
- n) seznam příloh,
- o) přílohy - výkresy

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Anotace práce

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení vybraných částí sportovního centra. Jednotlivá zařízení jsou navržena tak, aby splňovala hygienické, provozní a funkční požadavky na vnitřní mikroklima těchto prostor. Zařízení č. 1 a 2 zajišťuje požadovanou výměnu vzduchu v interiéru, pokrytí tepelných ztrát v zimním období a tepelných zisků v letním období. Zařízení č. 3 slouží pouze pro teplovzdušné větrání hygienického zázemí. Teoretická část práce je zaměřena na problematiku chladičů. Výpočtová část obsahuje konkrétní návrh tří vzduchotechnických zařízení obsluhujících halu s restaurací, squashové kurty a hygienické zázemí. Výsledkem práce je projektová dokumentace pro dvě vzduchotechnická zařízení daného objektu.

Anotace práce v anglickém jazyce

The aim of the present bachelor thesis is to design air-conditioning devices in specific sections of a sports centre. The individual devices are designed to meet the hygienic, operational and functional requirements as demanded by the indoor microclimate of the premises. Devices 1 and 2 ensure the indoor air circulation, coverage of heat loss in winter and heat rise in summer. Device 3 serves as a hot air ventilator for the hygienic facilities. The theoretical part of the thesis focuses on the issue of coolers. The practical part comprises of a proposal of three specific air-conditioning devices operating in a restaurant, squash courts and hygienic facilities. The result of the thesis is a project documentation of two air-conditioning devices for the given premises.

Klíčová slova

Vzduchotechnická jednotka, klimatizace, teplovzdušné větrání, teplovzdušné vytápění, hala, squashové kurty, hygienické zázemí, výměník, chladič, chlazení, chladicí výkon, obtokový součinitel chladiče.

Klíčová slova v anglickém jazyce

Air handling unit, air conditioning, hot air ventilation, hot air heating, hall, squash courts, sanitary facilities, exchanger, cooler, cooling, cooling capacity, cooler bypass factor.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tereza Vacková *Vzduchotechnika sportovního centra*. Brno, 2015. 145 s. 5 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2015

.....

podpis autora
Tereza Vacková

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2015

.....
podpis autora
Tereza Vacková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za poskytnutí rad a zkušeností z praxe, a především za ochotu a pomoc při vypracování této práce.

OBSAH

ÚVOD	12
ČÁST A - TEORETICKÁ ČÁST	
1. ÚVOD	14
2. ZÁKLADNÍ DRUHY CHLADIČŮ	15
2.1 REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍKY	15
2.2 REGENERAČNÍ VÝMĚNÍKY	15
2.3 SMĚŠOVACÍ VÝMĚNÍKY	16
3. ZÁKLADNÍ PRŮTOKOVÁ USPOŘÁDÁNÍ	16
4. CHLADÍCÍ VÝKON	17
5. PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ CHLAZENÍ	18
5.1 PŘÍMÉ CHLAZENÍ	18
5.2 NEPŘÍMÉ CHLAZENÍ	19
6. OPATŘENÍ	20
7. H-X DIAGRAMY	22
7.1 SUCHÉ CHLAZENÍ	22
7.2 MOKRÉ CHLAZENÍ	24
7.3 ADIABATICKÉ VYLHČENÍ (CHLAZENÍ) VODOU S TEPLOTOU T_M	26
8. OBTOKOVÝ SOUČINITEL CHLADIČE F	27
8.1 ZÁVISLOST OBTOKOVÉHO SOUČiniteLE F	27
8.1.1 MALÉ HODNOTY F	29
8.1.2 VELKÉ HODNOTY F	29
9. EFEKTIVNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA CHLADIČE T_{EP}	29
ČÁST B - VÝPOČTOVÁ ČÁST	
1. ROZDĚLENÍ BUDOVY NA FUNKČNÍ CELKY	32
2. KLIMATICKÉ ÚDAJE STAVBY	34
3. POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	34
4. VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	34
5. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM	37
6. STANOVENÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE	40
7. STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU	44
8. NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ	49
9. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	61
10. NÁVRH VZT JEDNOTEK	75
11. ÚTLUM HLUKU	100

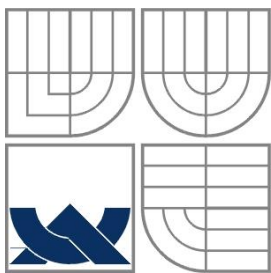
12. NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ	113
ČÁST C - PROJEKT	
1. TECHNICKÁ ZPRÁVA	120
2. TECHNICKÁ SPECIFIKACE	133
3. REGULAČNÍ SCHÉMA	136
ZÁVĚR	139
POUŽITÉ ZDROJE	140
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	142
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	142
PŘÍLOHY	145

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechniky pro část objektu „Multifunkčního centra“. Jedná se o rozsáhlou stavbu, která se dělí na dva stavebně propojené objekty. První část tvoří sedmipodlažní objekt, kde se v prvním podlaží nachází parkoviště, v 2. NP prodejna a ve 3. NP fitness centrum. V dalším podlaží je situován hotel a zbylá podlaží slouží jako bytové jednotky. Druhý objekt tvoří převážně sportovní zařízení. V 1. NP je bazén, badmintonové a squashové kurty, hygienické zázemí a hala s boulderovou jeskyní a lezeckou stěnou, která je propojená s restaurací nacházející se v 2. NP. V 2. NP je dále umístěna bowlingová herna.

Teoretická část pojednává o chladičích ve VZT a různých způsobech chlazení. Dále popisuje obtokový součinitel chladiče a uvádí hodnoty tohoto součinitele.

Výpočtová část se zabývá teplovzdušným vytápěním a klimatizací haly s restaurací a squashových kurtů a teplovzdušným větráním hygienického zázemí. Jednotlivá zařízení jsou navržena tak, aby zajistila předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a požadované parametry vnitřního mikroklimatu. Výstupem celé práce je projektová dokumentace a technická zpráva.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TEREZA VACKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

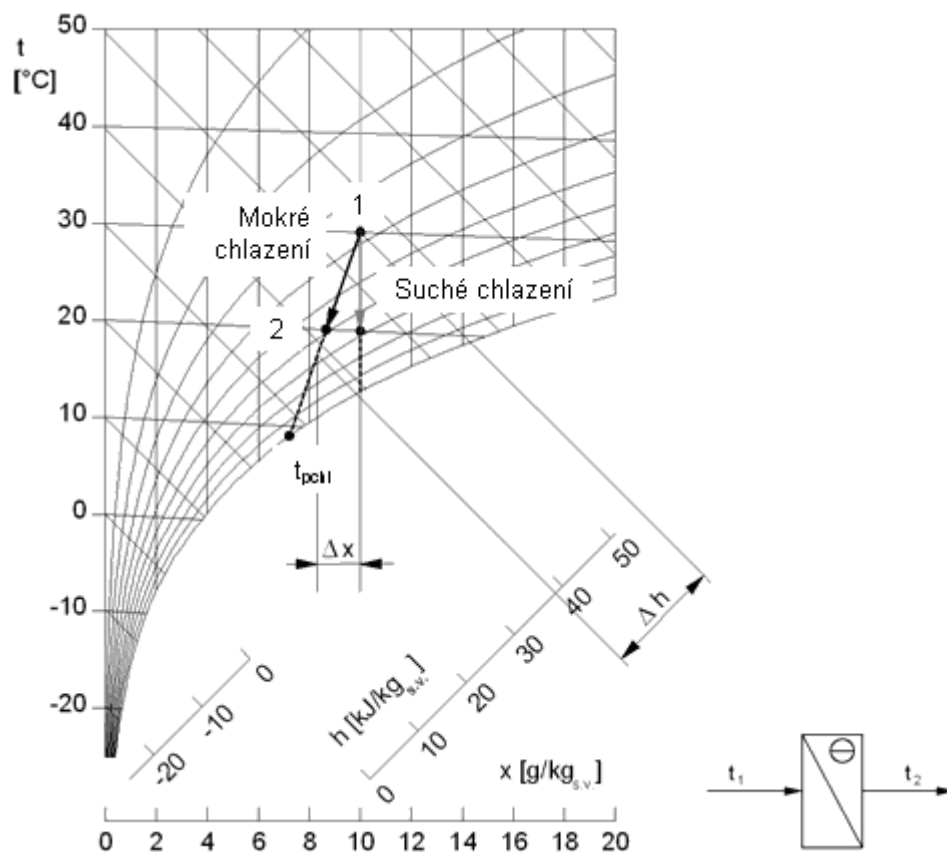
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

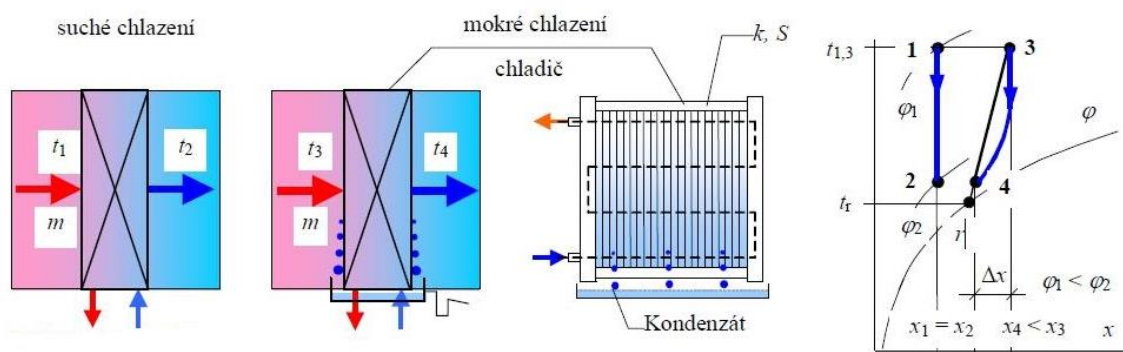
BRNO 2015

1. Úvod

Chladiče jsou zařízení, která slouží k tepelné úpravě vzduchu. Jedná se o řízené snížení teploty přívodního vzduchu za konstantní, snížené nebo zvýšené měrné relativní vlhkosti. Základní úpravy vzduchu při chlazení jsou na obr. 1.1

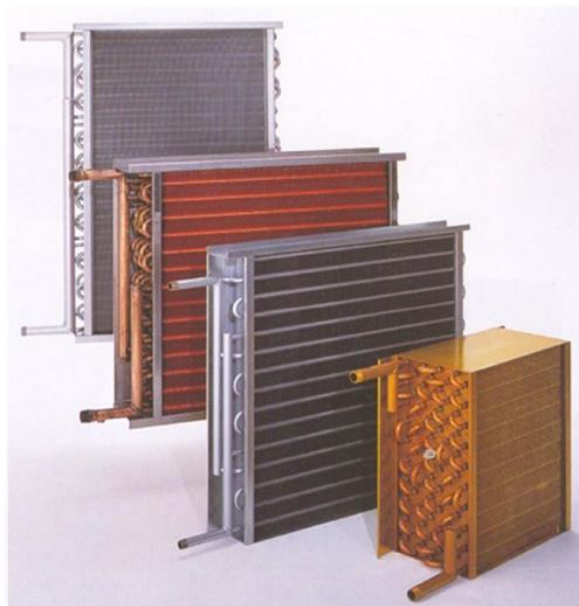


Obrázek 1.1 Základní úpravy vzduchu při chlazení [3]



Obrázek 1.2 Suché a mokré chlazení [5]

Dnes se v klimatizaci nejčastěji používají výměníky z lamelových trubek z vnější strany obtékané vzduchem. Lamely zvětšují teplosměnnou plochu, tzn., že zvětšují tepelný tok na straně vzduchu. Výjimečně se používají hladké trubky v případech, kde hrozí intenzivní zanášení výměníků (např. v textilním průmyslu). Trubky výměníků jsou obvykle měděné a lamely hliníkové (označované jako provedení Cu/Al). Pro dosažení požadovaného výkonu se používají víceřadé. V trubkách proudí teplotonosná látka – studená voda nebo chladivo. [1]



Obrázek 1. 3 Lamelové výměníky [4]

2. Základní druhy chladičů

Rozlišují se 3 základní výměníky tepla:

- rekuperační
- regenerační
- směšovací

2.1 Rekuperační výměníky

- obě tekutiny proudí současně
- přenos energie z jedné do druhé tekutiny je realizován stěnou, která je odděluje
- povrchové výměníky – přenos tepla je zprostředkován povrchem na tuhé stěně
- nejčastěji používané ve VZT zařízení

2.2 Regenerační výměníky

- entalpické výměníky
- povrchové výměníky
- tepelně-akumulační výplň výměníku je střídavě ve styku s ochlazovaným a ohříváním vzduchem
- pokud je výplň z pórovitého materiálu, přenáší se s teplem i vlhkost

2.3 Směšovací výměníky

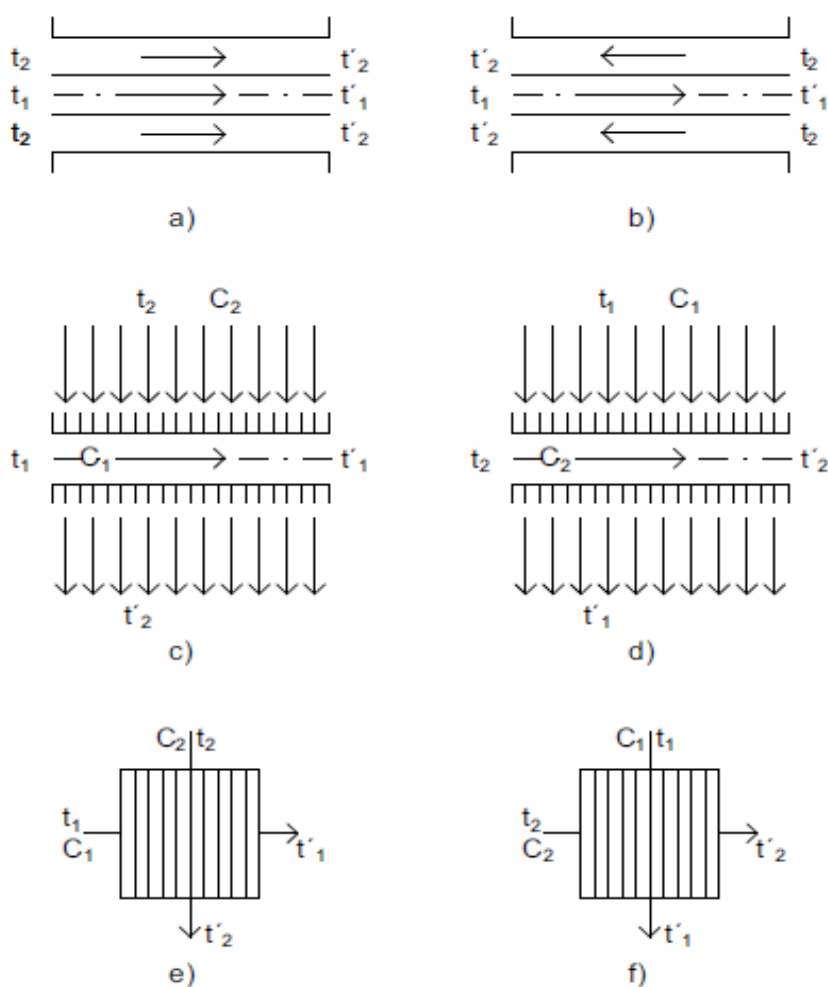
- přenos tepla a vlhkosti mezi tekutinami nastává při jejich bezprostředním styku
- přenosový povrch je např. povrch vodní blány nebo vodních kapek, které se odpařují v proudu vzduchu
- kontaktní výměníky – přenos tepla se realizuje při jejich přímém styku [2]

3. Základní průtoková uspořádání

Rozlišují se 3 základní průtoková uspořádání podle vzájemného směru toku tekutin ve výměníku:

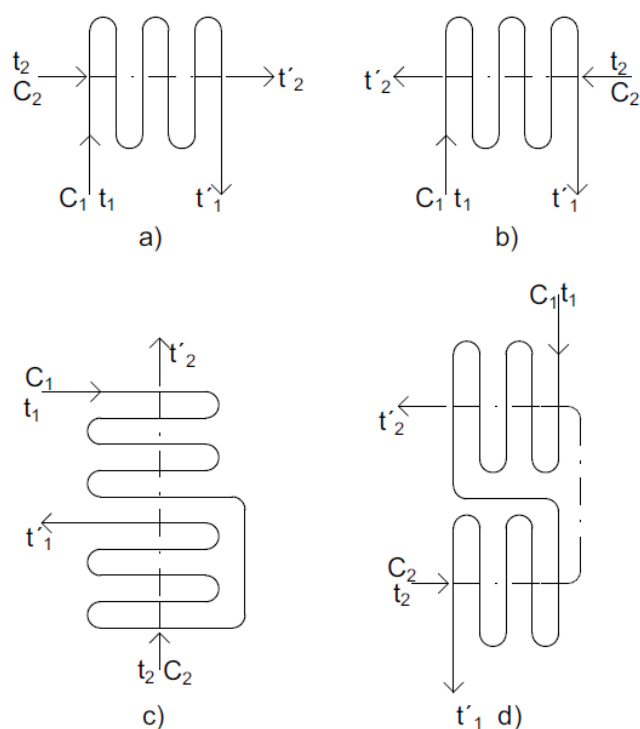
- souproud (obě tekutiny proudí paralelně a souběžně)
- protiproud (obě tekutiny proudí paralelně a protiběžně)
- příčný (křížový) proud (obě tekutiny proudí ve vzájemně na sebe příčných směrech)

Protiproudým zapojením dosáhneme ve výměnících maximální účinnosti. Výkony u souproudého zapojení jsou výrazně nižší.



Obrázek 1. 4 Základní průtoková uspořádání rekuperačních výměníků a) souproud b) protiproud c), d), e), f) jednostranně promíchaný příčný proud [2]

Další složitější průtoková uspořádání jsou vytvořena různými kombinacemi základních schémat. Rozlišujeme vícenásobný křížový souproud, vícenásobný křížový protiproud a postupný kombinovaný proud. Křížový souproud je, kdy výsledný směr toku tekutiny ve vnitřním tahu (uvnitř buněk) má souhlasný směr toku tekutiny ve vnějším tahu (mezi trubkami). V případě opačného toku se jedná o protiproud. Postupný kombinovaný proud znamená, že v jedné části proudí tekutiny souběžně a v druhé části protiběžně. [2]

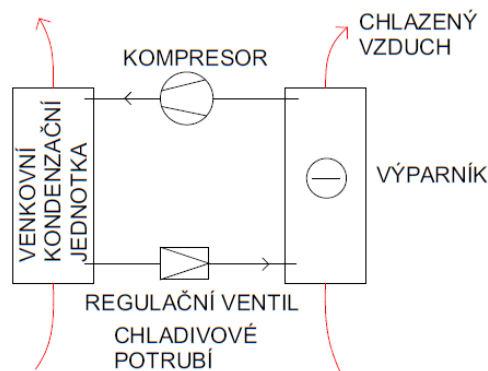


Obrázek 1. 5 Kombinované průtokové uspořádání rekuperačních výměníků a) křížový souproud b) křížový protiproud c) postupný kombinovaný proud [2]

4. Chladicí výkon

Chladicí výkon je schopnost snižovat dané látce energii. Ve fyzice však chladicí výkon není přesně definovaný. V rámci přenosu je definovaný pouze přenos tepla prvním a druhým termodynamickým zákonem. Chlazení má opačný směr.

U chlazení vzduchu dochází většinou ke kondenzaci vodní páry na výměníku, na kterou se spotřebuje část chladicího výkonu. Množství zkondenzované páry roste s klesající teplotou chladicí látky a vlhkostí vstupního vzduchu.



Obrázek 1. 7 Přímé chlazení

Výhody:

- hospodárnější než nepřímé chlazení
- nižší servisní náklady (servis pouze venkovní jednotky, servis rozvodu chladiva není třeba)
- ochrana rozvodu chladiva v zimním období není nutná, nemusí se dávat nemrznoucí směs
- cenově výhodnější do výkonu cca 250 – 300 kW

Nevýhody:

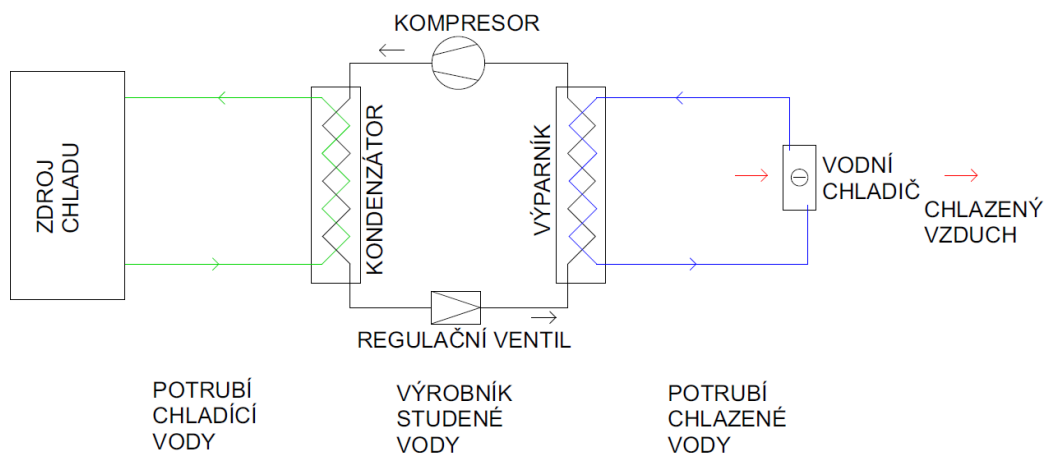
- nelze použít všude z důvodu omezené délky vedení chladiva a převýšení mezi umístěním vzduchotechnického zařízení a chladicí jednotkou
- obtížné zjištění a odstranění netěsnosti rozvodů chladiva
- nebezpečí úniku chladiva
- ztráty chladiva jsou drahé a mohou zapříčinit poruchu chladicího zařízení
- dlouhé rozvody a velké výškové rozdíly mohou způsobit provozní problémy
- průřeh rozvodu vedení chladiva je jednodušší oproti rozvodům chlazené vody (2 měděná potrubí s tepelnou izolací a komunikačním kabelem – průměr svazku asi 60 mm, snadno tvarovatelný)

Použití:

Přímé chlazení se používá především u větších klimatizačních jednotek, které jsou určeny pro úpravu vzduchu pro jeden klimatizovaný prostor nebo pro menší počet klimatizovaných prostorů. [2], [3]

5.2 Nepřímé chlazení

Při nepřímém chlazení vzduchu tok tepla prostupuje ve vodním chladiči klimatizační jednotky ze vzduchu do vody nebo nemrznoucí kapaliny, která se dopravuje čerpadlem a potom chladí ve výparníku chladicího zařízení. Vlivem toku tepla z ochlazované látky do chladiva se změní jeho skupenství (vypařuje se). [2]



Obrázek 1. 8 Nepřímé chlazení

Výhody:

- snadnější odhalení úniku chladiva
- možnost větších vzdáleností rozvodů
- klimatizační zařízení a chladicí zařízení má oddělené regulační okruhy (regulací klimatického zařízení se upravuje průtok vody chladičem vzduchu, přibližně stálou hodnotu teploty vody udržujeme regulací chladicího zařízení)

Nevýhody:

- potrubí chladicí vody je nutné na zimu vypustit nebo použít nemrznoucí směs
- vyšší energetická náročnost (energie na pohon čerpadel zhoršuje chladicí faktor)
- vyšší provozní a pořizovací náklady

Použití:

Nepřímé chlazení se využívá pro zásobování chlazenou vodou většího počtu odběrných míst (klimatizačních jednotek). Jedná se zejména o vícepodlažní budovy – hotely, administrativní budovy, výstavní haly. [2], [3]

6. Opatření

Lamelové výměníky jsou poměrně choulostivou částí klimatizačních zařízení, a proto je nutné provést určitá opatření a tím omezit jejich poruchovost.

Vodní výměníky je nutné chránit proti zamrznutí. Při vysokém odvlhčování vzduchu může u chladičů s nízkou povrchovou teplotou docházet k namrznání vody na výměníku. Je to ovlivněno konstrukcí výměníku, především vzdáleností a tvarem lamel, a s tím související turbulencí

proudícího vzduchu. Rozšíření námrazy po ploše výměníku je možno také eliminovat použitím ventilátorů se strmou charakteristikou. Ty udrží přibližně konstantní průtok vzduchu při zvýšené tlakové ztrátě, která je způsobena námrazou.

Nejen v prašných provozech, ale i v běžných podmínkách dochází k znečištění teplosměnných ploch. Znečištění negativně ovlivňuje výkon chladiče. Usazený prach se špatně odstraňuje. Čištění lze provádět vyfukováním nebo sprchováním vodou. Mechanické čištění je z důvodu malé tloušťky lamel také náročné. Z tohoto důvodu se doporučuje před výměníky vkládat vzduchový filtr.

Výměníky, u kterých dochází ke kondenzaci vodní páry, by měly obsahovat odlučovače vodních kapek a musí být zajištěn odvod kondenzátu. Kondenzátní vana s odvodem kondenzátu je umístěna pod chladičem a je napojena do kanalizace přes zápachovou uzávěrku. [1]

U suchého chlazení platí:

$$Q_{ch,s1} = Q_{ch,s2}$$

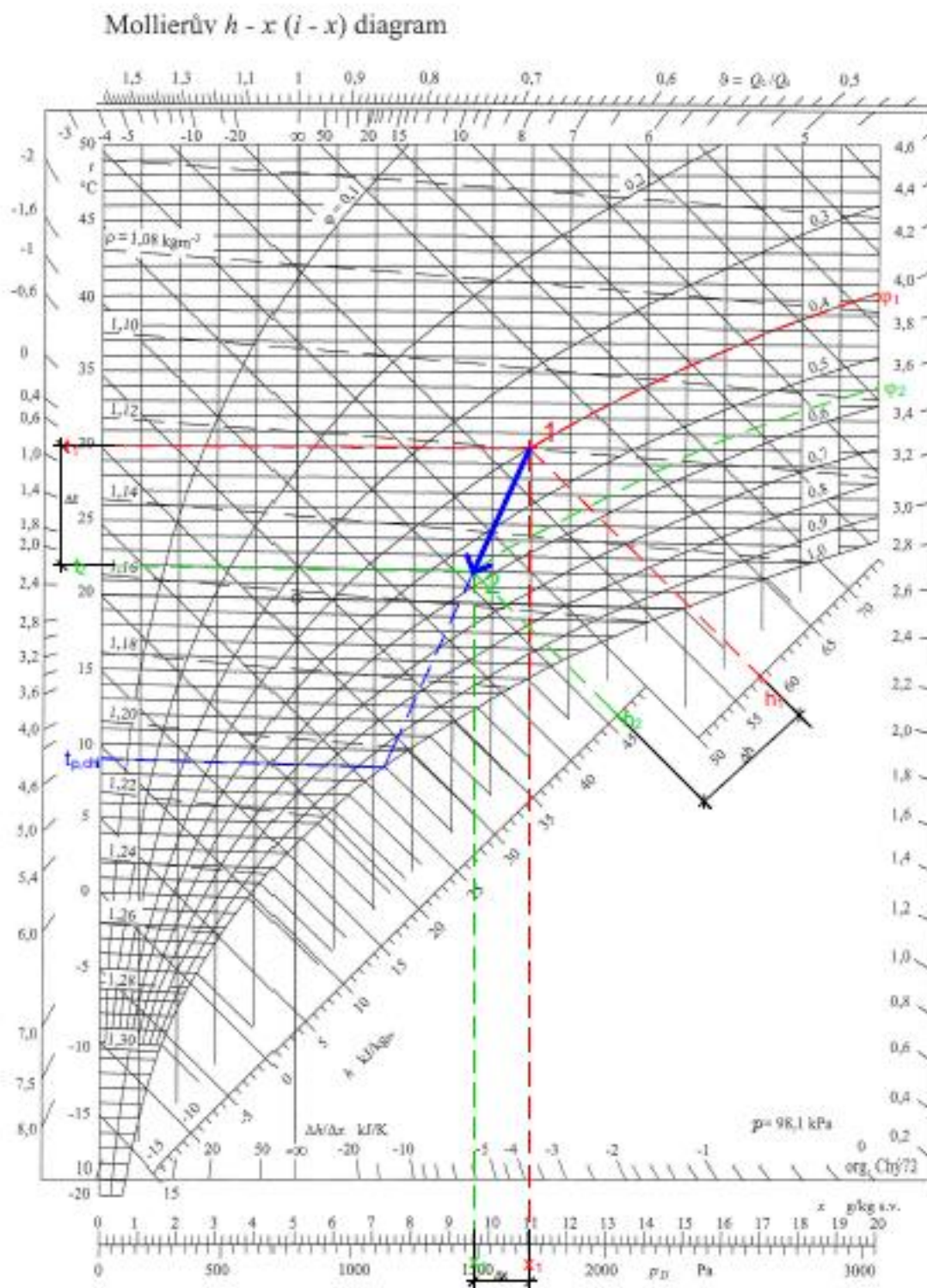
$$Q_{ch,s1} = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (30 - 22) = 6,8 \text{ kW}$$

$$Q_{ch,s2} = V \cdot \rho \cdot \Delta h = 0,7 \cdot 1,2 \cdot (58,2 - 50) = 6,8 \text{ kW}$$

kde	Q_{ch} – výkon chladiče vzduchu	[W]
	ρ – hustota vzduchu	[kg/m ³]
	c – měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kgK]
	Δt – rozdíl teplot vzduchu	[K]
	Δh – rozdíl entalpií vzduchu	[KJ/kg]

7.2 Mokr  chlazení

Mokr  chlazení probíhá v chladi ch, jejichž povrchov  teplota je nižší než teplota rosného bodu. Vzniká při n m tedy kondenzát ($x_1 > x_2$).



Obrázek 1. 10 Mokr  chlazení

U mokrého chlazení platí:

$$Q_{ch,s1} \neq Q_{ch,s2}$$

$$~~Q_{ch,s1} = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (30 - 22) = 6,8 kW~~$$

$$Q_{ch,s2} = V \cdot \rho \cdot \Delta h = 0,7 \cdot 1,2 \cdot (58,2 - 46,2) = 10,1 kW$$

V případě mokrého chlazení nelze chladicí výkon stanovit na základě rozdílu teplot. Dochází při něm ke kondenzaci vodní páry a chladicí výkon se určí z rozdílu entalpií vzduchu.

Celkový chladicí výkon lze také stanovit jako součet tepla citelného a vázaného.

$$Q_{ch} = Q_{ch,cit} + Q_{ch,váz}$$

$$Q_{ch,cit} = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t = 0,7 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (30 - 22) = 6,8 kW$$

$$Q_{ch,váz} = V \cdot \rho \cdot l \cdot \Delta x = 0,7 \cdot 1,2 \cdot 2500 \cdot 10^3 (11,15 - 9,6) \cdot 10^{-3} = 3,3 kW$$

$$Q_{ch} = 6,8 + 3,3 = 10,1 kW$$

kde	Q_{ch} – výkon chladiče vzduchu	[W]
	$Q_{ch,cit}$ – citelné teplo	[W]
	$Q_{ch,váz}$ – vázané teplo	[W]
	ρ – hustota vzduchu	[kg/m ³]
	c – měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kgK]
	Δt – rozdíl teplot vzduchu	[K]
	l – výparné teplo vody	[J/kg]
	Δx – rozdíl měrných vlhkostí vzduchu	[g/kg]

Citelné teplo je teplo, které způsobuje změnu teploty za stálé měrné vlhkosti. Naopak teplo vázané zachovává stálou teplotu a mění entalpii vzduchu.

Obtokový součinitel:

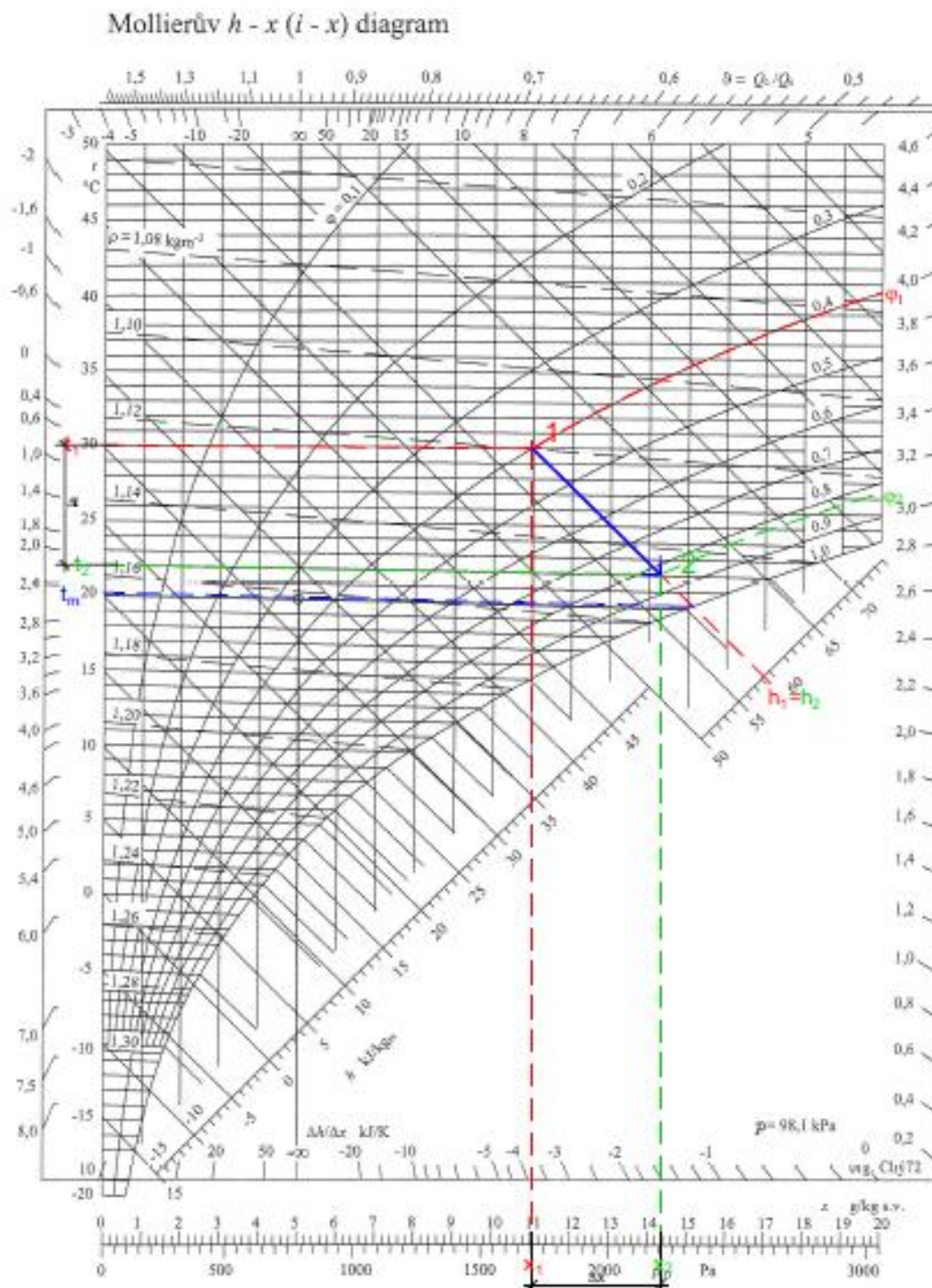
$$F = \frac{t_2 - t_r}{t_1 - t_r} = \frac{22 - 9}{30 - 9} = 0,62$$

Chladicí účinnost:

$$\eta_{ch} = 1 - F = 1 - 0,62 = 0,38$$

7.3 Adiabatické vlhčení (chlazení) vodou s teplotou t_m

Adiabatické vlhčení je specifický případ chlazení vzduchu, kdy dochází ke zvýšení měrné vlhkosti vzduchu ($x_1 < x_2$).

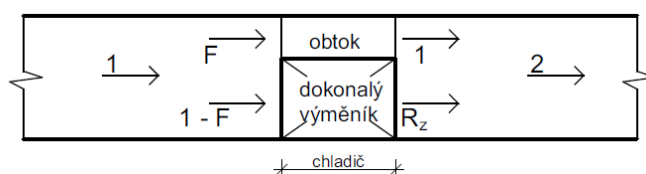


Obrázek 1. 11 Adiabatické vlhčení

8. Obtokový součinitel chladiče F

Obtokový součinitel chladiče F je čísel, který ovlivňuje psychrometrické procesy úpravy vzduchu.

Chladič vzduchu si můžeme představit jako rekuperační výměník se 100% účinností, který má obtok. Rovná-li se průtok vzduchu chladičem jednotce ($m_1 = 1$), potom se část velikosti $1 - F$ procházející výměníkem ochladí na výstupní stav R_z (R_z odpovídá stavu na povrchu chladiče). Zbývající část velikosti F proudí obtokem a zachovává si tedy původní stav 1. Stav vzduchu 2 na výstupu z chladiče představuje stav po smíšení těchto dílčích proudů za výměníkem. Přímka představující úpravu vzduchu ze stavu 1 do stavu 2 lze tedy chápat jako přímku směřování dvou proudů vzduchu – první proud s průtokem F a se stavem 1, druhý proud s průtokem $1 - F$ a se stavem R_z . [2]



Obrázek 1. 12 Chladič vzduchu jako výměník se 100% účinností a s obtokem [2]

Obtokový součinitel vyjadřuje poměrný hmotnostní tok vzduchem, který proudí chladičem zdánlivě bez úpravy. Určí se poměrem rozdílu entalpií, měrných vlhkostí nebo teplot.

$$F_{celk} = \frac{h_2 - h'_{rz}}{h_1 - h'_{rz}} ; F_{odvlh} = \frac{x_2 - x'_{rz}}{x_1 - x'_{rz}} ; F_{cit} = \frac{t_2 - t'_{rz}}{t_1 - t'_{rz}} \quad [-]$$

kde	h_2 – entalpie vzduchu po smíšení	[KJ/kg]
	h_1 – entalpie vzduchu před výměníkem a za obtokem	[KJ/kg]
	h'_{Rz} – entalpie vzduchu za výměníkem	[K]
	x_2 – měrná vlhkost vzduchu po smíšení	[g/kg]
	x_1 – měrná vlhkost vzduchu před výměníkem a za obtokem	[g/kg]
	x'_{Rz} – měrná vlhkost vzduchu za výměníkem	[g/kg]
	t_2 – teplota vzduchu po smíšení	[°C]
	t_1 – teplota vzduchu před výměníkem a za obtokem	[°C]
	t'_{Rz} – teplota vzduchu za výměníkem	[°C]

Kontaktní součinitel $1 - F$ nazýváme jako chladicí účinnost η_{ch} . Je to poměrný hmotnostní tok vzduchu, který se při průtoku chladičem upraví na stav R_z daný termodynamickými podmínkami na povrchu chladiče. Vyjadřuje také poměr skutečně dosaženého a maximálně dosažitelného ochlazení vzduchu. Je dán poměrem rozdílu entalpií, měrných vlhkostí nebo teplot. [2]

$$\eta_{ch} = 1 - F = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h'_{rz}} ; \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x'_{rz}} ; \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t'_{rz}} \quad [-]$$

8.1 Závislost obtokového součinitele F

Konstrukční a provozní vlastnosti chladiče ovlivňují obtokový součinitel následujícími způsoby:

- hodnota součinitele F roste se zmenšováním teplosměnné plochy a při tom zároveň klesá účinnost chladiče η_{ch} (např. zmenšením počtu řad trubek a zvětšením rozestupů mezi jednotlivými trubkami)
- hodnota součinitele F klesá se zmenšováním průtokové rychlosti vzduchu, kdy se prodlužuje doba kontaktu vzduchu s povrchem chladiče (vzduch se tedy může ochladit na nižší teplotu) a zároveň se zvyšuje účinnost chladiče η_{ch}

Obtokový součinitel F mnohem více závisí na velikosti přenosové plochy než na rychlosti vzduchu. Hodnotu nejvíce ovlivníme při konstruování chladiče než při jeho provozu. [2]

Tabulka 1. 1 Hodnoty obtokového součinitele chladiče vzduchu F v závislosti na jeho konstrukčních parametrech a způsobu provozu [2]

počet řad trubek n_r	trubky bez ostříku		trubky s ostříkem	
	rozestup žeber (mm)		rozestup žeber (mm)	
	3,2	1,8	3,2	1,8
2	0,42 - 0,55	0,22 - 0,38		
3	0,27 - 0,40	0,10 - 0,23		
4	0,19 - 0,30	0,05 - 0,14	0,12 - 0,22	0,03 - 0,10
5	0,12 - 0,23	0,02 - 0,09	0,08 - 0,14	0,01 - 0,08
6	0,08 - 0,18	0,01 - 0,06	0,06 - 0,11	0,01 - 0,05
8	0,03 - 0,08		0,02 - 0,05	

Při návrhu klimatizačního zařízení se součinitel F stanoví z určitého rozpětí. Platí, že čím větší nároky jsou na klimatizační zařízení kladeny, tím menší musí být hodnota součinitele F .

Tabulka 1. 2 Hodnoty obtokového součinitele chladiče vzduchu F v závislosti na oblasti použití KZ [2]

P. č.	Oblast použití klimatizačního zařízení	Příklady	F
1.	malá souhrnná tepelná zátěž, větší zátěž při malých hodnotách FCTP	obytné domy	0,3 - 0,5
2.	KZ pro běžný komfort s poměrně malými tepelnými zátěžemi, s většími zátěžemi při malých hodnotách FCTP	malé obchodní místnosti	0,2 - 0,3
3.	KZ pro běžný komfort v prostorech s větším počtem lidí	velké obchodní místnosti, banky, spořitelny	0,1 - 0,2
4.	KZ pro prostory s velkou zátěží citelným teplem, nebo s velkým podílem čerstvého vzduchu	obchodní domy, restaurace, tovární haly	0,05 - 0,1
5.	KZ pro provoz jen s vnějším vzduchem	nemocnice, operační sály, laboratoře	0,05 a méně

8.1.1 Malé hodnoty F

- „Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep} bývá vyšší. Při přímém chlazení vzduchu mohou být chladiče – výparníky dimenzovány na vyšší výparné teploty chladiv, při nepřímém chlazení mohou být vodní chladiče dimenzovány na menší průtoky vody (při její stálé teplotě na vstupu do chladiče) nebo na vyšší teploty chladicí vody (při jejím stálém průtoku). Obvykle vycházejí menší chladicí stroje.
- Stačí menší průtok vzduchu chladičem m_1 (do KZ je možné navrhnout obtok) a tím i menší průtoková rychlost zařízením.
- Je vyžadován větší přenosový povrch chladiče (větší počet řad trubek).
- Při menším průtoku chladicí vody stačí rozvodné potrubí s menšími rozměry, případně v důsledku menších hydraulických odporů stačí menší výkon čerpadla.“ [2]

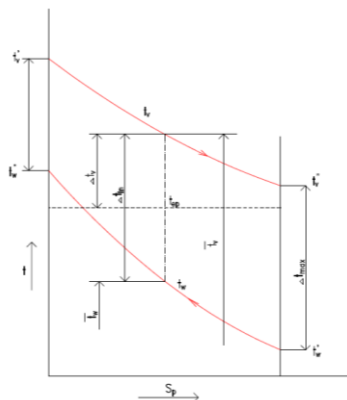
8.1.2 Velké hodnoty F

- „Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep} bývá nižší. Při přímém chlazení vzduchu je třeba dimenzovat výparníky na nižší výparné teploty chladiv, při nepřímém chlazení vzduchu je třeba dimenzovat chladiče na větší průtoky nebo nižší teploty chladicí vody. Obvykle vycházejí větší chladicí stroje.
- Průtok vzduchu chladičem m_1 je větší, a tím je větší i jeho průtoková rychlost.
- Stačí menší přenosové plochy chladičů, tj. menší počty řad trubek.
- Při větším průtoku chladicí vody jsou vyžadovány větší rozměry potrubí.“ [2]

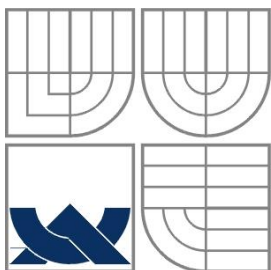
Při návrhu klimatizačního zařízení je důležité volit chladič vzduchu a hodnotu obtokového součinitele F s ohledem na investiční a provozní náklady zařízení.

9. Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep}

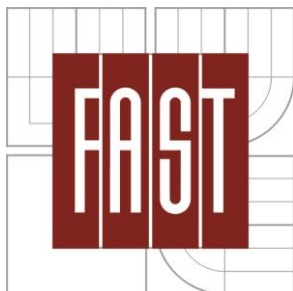
Při provozu klimatizačního zařízení není povrchová teplota chladiče na straně vzduchu všude stejná. Z tohoto důvodu se pro psychometrické výpočty používá pojem efektivní povrchová teplota chladiče. Tato teplota se přibližně rovná střední povrchové teplotě na straně vzduchu a při této teplotě je chladicí účinek chladiče stejný, jako je chladicí účinek při skutečném rozložení teplot na jeho povrchu. [2]



Obrázek 1. 13 Průběhy teplot vzduchu a chladicí vody v závislosti na velikosti přenosové plochy chladiče s protiproudým uspořádáním



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TEREZA VACKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

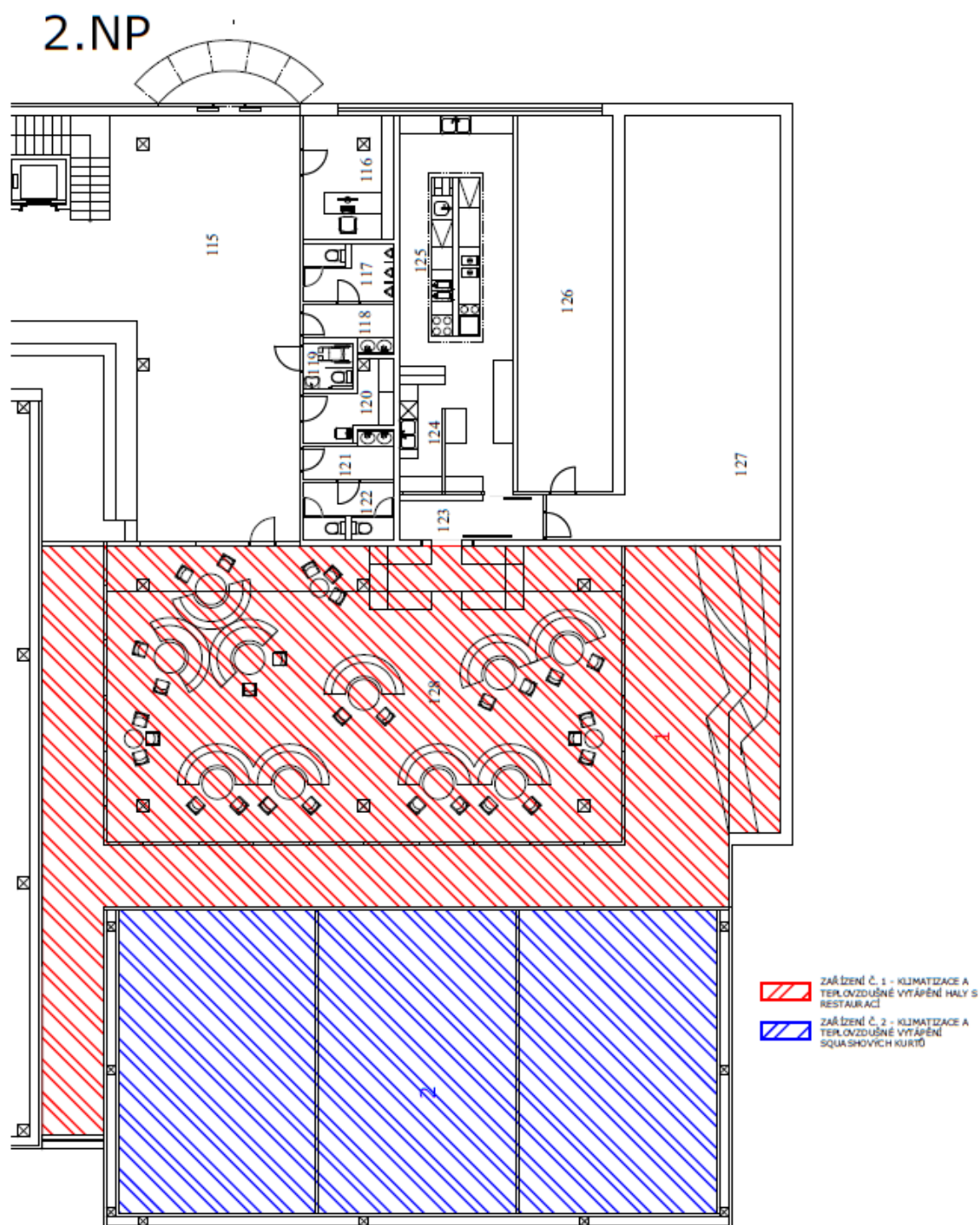
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2015

VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU
GRAPHISOFT.

Obrázek 2. 1 Funkční celky 1. NP



2. Klimatické údaje stavby

Budova sportovního centra je umístěna v Pardubicích. Pro stanovení návrhových klimatických podmínek byly použity hodnoty uvedené v následující tabulce:

Tabulka 2. 1 Klimatické údaje stavby

	teplota [°C]	měrná vlhkost [g/kg]	entalpie [kJ/kg]
zima	-12	1,0	-
léto	29	-	56,2

3. Požadavky na vnitřní prostředí

Požadavky na vnitřní prostředí stavby byly stanoveny podle příslušné legislativy. Teploty byly voleny s ohledem na činnosti, pro které jsou prostory určeny.

Tabulka 2. 2 Požadavky na vnitřní prostředí

Hala s restaurací				
	teplota [°C]	relativní vlhkost [%]	rychlost proudění [m/s]	hluk [dB/A]
léto	24	-	0,16 - 0,25	55
zima	20	-	0,13 - 0,20	
Hygienické zázemí				
	teplota [°C]	relativní vlhkost [%]	rychlost proudění [m/s]	hluk [dB/A]
léto	-	-	0,16 - 0,25	60
zima	24	-	0,13 - 0,20	
Squashové kurty				
	teplota [°C]	relativní vlhkost [%]	rychlost proudění [m/s]	hluk [dB/A]
léto	24	-	0,16	60
zima	18	-	0,13 - 0,20	

4. Výpočet součinitelů prostupu tepla

Pro výpočet součinitelů prostupu tepla U byly použity následující vztahy:

Odpor při prostupu tepla i -tou vrstvou

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [m^2 K/W]$$

kde λ_i – součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
 d_i – tloušťka i-té vrstvy konstrukce [m]

Celkový tepelný odpor

$$R = R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{se} \quad [m^2K/W]$$

kde R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²K/W]
 R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R} \quad [W/m^2K]$$

Tabulka 2. 3 Výpočet součinitelů prostupu tepla

Obvodová stěna - squashové kurty							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
dřevotřískové desky	0,044	0,180	0,244	0,13	0,04	3,85	0,26
vzduchová mezera	0,300	0,960	0,313				
PUR panel vertikální	0,100	0,032	3,125				
Obvodová stěna - hala							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
omítka vápenocemen- tová	0,025	0,990	0,025	0,13	0,04	4,25	0,24
zdivo Porotherm 40 EKO+	0,400	0,099	4,040				
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
Vnitřní stěna tl.150mm							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,79	1,26
zdivo Porotherm 14 P+D	0,140	0,280	0,500				
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				

Vnitřní stěna tl. 400mm							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	3,06	0,33
zdivo Porotherm 40 P+D	0,400	0,140	2,857				
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
Vnitřní stěna tl.100mm							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,53	1,89
zdivo Porotherm 11,5 P+D	0,080	0,340	0,235				
omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
Podlaha na zemině - squashové kurty							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
umělý povrch pro squash	0,014	0,160	0,088	0,17	0,00	3,17	0,32
betonová mazanina	0,050	1,230	0,041				
tepelná izolace	0,120	0,044	2,727				
drátkobetonová deska	0,200	1,430	0,140				
Podlaha na zemině - hala							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
keramická dlažba	0,010	1,010	0,010	0,17	0,00	3,09	0,32
betonová mazanina	0,054	1,230	0,044				
tepelná izolace	0,120	0,044	2,727				
drátkobetonová deska	0,200	1,430	0,140				
Střecha - squash							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m²K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m²K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m²K]
desky Rockwool	0,170	0,040	4,250	0,10	0,04	4,39	0,23

Střecha - hala							
	tloušťka d [m]	tepelná vodivost λ [W/mK]	tepelný odpor R [m ² K/W]	R _{si}	R _{se}	celkový odpor R [m ² K/W]	souč. prostupu tepla kce U [W/m ² K]
desky Rockwool	0,170	0,040	4,250	0,10	0,04	4,63	0,22
ŽB strop	0,350	1,430	0,245				

5. Výpočet tepelných ztrát prostupem

Výpočet tepelných ztrát je dle ČSN EN 12831

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k \quad [W/K]$$

kde A_k – plocha konstrukce [m²]
 U_{kc} – součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m²K]
 e_k – korekční činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky, ...1 [-]

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty

$$H_{T,ij} = \sum_k A_{kc} \cdot U_k \cdot f_{ij} \quad [W/K]$$

kde f_{ij} – součinitel redukce teploty [-]

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_i}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

kde $\theta_{int,i}$ – teplota interiéru [°C]
 θ_i – teplota přilehlého prostoru [°C]
 θ_e – venkovní výpočtová teplota [°C]

Tepelné ztráty zeminou

$$H_{T,ig} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w \quad [W/K]$$

kde f_{g1} – opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, stanovena národní hodnota [-]
 f_{g2} – opravný teplotní součinitel [-]
 G_w – opravný součinitel na vliv spodní vody [-]

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [W/K]$$

kde $\theta_{m,e}$ – teplota zeminy [°C]

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig} \quad [W/K]$$

Navrhovaná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

Tabulka 2. 4 Výpočet tepelných ztrát prostupem

Hala (boulderová jeskyně, lezecká stěna)+restaurace						
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
	[m]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]
venkovní stěna	139,83	0,24	0,02	0,26	1,00	33,86
okno zdvojené	9,60	1,10	0,00	1,10	1,00	10,56
"podlaha"	14,86	0,32	0,02	0,34	1,00	5,05
střecha	227,94	0,22	0,02	0,24	1,00	54,71
Celk. měrná tep. ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]						104,18
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
	[m]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]		
stěna - squashové kurty	157,56	3,66	0,063	36,33		
stěna - badminton	126,94	1,89	0,094	22,27		
dveře - badminton	1,60	3,50	0,094	0,53		
stěna - schodiště	10,19	1,26	0,156	1,69		
dveře - schodiště	1,60	3,50	0,156	0,87		
stěna - hygienické zázemí	91,44	1,89	-0,125	-19,71		
dveře - hygienické zázemí	8,00	3,50	-0,125	-3,50		
stěna - strojovna	31,48	0,33	0,313	3,09		
dveře - strojovna	2,14	3,50	0,313	2,34		
stěna - kuchyň	41,10	1,89	-0,125	-8,95		
dveře - kuchyň	3,20	3,50	-0,125	-1,40		
strop - kuchyň	85,61	0,75	-0,125	-8,03		
strop - strojovna	72,93	0,75	0,313	17,12		
Celk. měrná tep. ztráta z/do prostorů vytáp. na rozdíl. teploty $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]						42,05

Tepelné ztráty zeminou						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
	[m]	[W/m ² K]	[W/K]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]
podlaha na zemině	434,73	0,32	139,11	1,45	0,5	1,00
Celk. měrná tep. ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_k) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]						100,86
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]						247,09
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
20	-12	32	247,09	7906,84		

Squashové kurty						
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
	[m]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]
venkovní stěna	276,83	0,26	0,02	0,28	1	77,51
střecha	190,56	0,23	0,02	0,25	1	47,64
Celk. měrná tep. ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]						125,15
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
	[m]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]		
stěna - hala	157,56	3,66	-0,067	-38,64		
Celk. měrná tep. ztráta z/do prostorů vytáp. na rozdíl. teploty $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]						-38,64
Tepelné ztráty zeminou						
	plocha A_k	součinitel prostupu tepla U_k	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
	[m]	[W/m ² K]	[W/K]	[W/m ² K]	[-]	[W/K]
podlaha na zemině	190,56	0,32	60,98	1,45	0,467	1,00
Celk. měrná tep. ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_k) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]						41,29

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,ig}+H_{T,ij}$ [W/K]						127,81
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-12	30	127,81	3834,23		

6. Stanovení tepelné zátěže

Výpočet tepelné zátěže byl proveden pomocí softwaru Teruna.

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE – HALA (BOULDEROVÁ JESKYŇ, LEZECKÁ STĚNA) S RESTAURACÍ

ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU

Střecha

- střecha - hala (227.94m^2 , 0.52m , 0.12W/mK , 1570kg/m^3 , 1020kJ/kgK)

Venkovní stěna

- venkovní - hala - JV (109.697m^2 , 0.44m , 0.11W/mK , 750kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
- venkovní - hala - JZ (22.72m^2 , 0.44m , 0.11W/mK , 750kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
 - okno - dvojsklo (9.6m^2 , $2.7\text{W/m}^2\text{K}$)
- venkovní - hala - SV (7.408m^2 , 0.44m , 0.11W/mK , 750kg/m^3 , 1000kJ/kgK)

Podlaha

- podlaha - chodba (14.86m^2 , 0.455m , 0.46W/mK , 2140kg/m^3 , 1020kJ/kgK)

Vnitřní stěna

- vnitřní - hala - hygienické zázemí (83.44m^2 , 0.11m , 0.41W/mK , 1125kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
- vnitřní - hala - schodiště (8.59m^2 , 0.17m , 0.32W/mK , 1035kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
- vnitřní - hala - kuchyň (37.9m^2 , 0.11m , 0.41W/mK , 1125kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
- vnitřní - hala - strojovna (29.88m^2 , 0.43m , 0.15W/mK , 820kg/m^3 , 1000kJ/kgK)
- vnitřní - hala - recepce (32.9m^2 , 0.11m , 0.41W/mK , 1125kg/m^3 , 1000kJ/kgK)

Strop

- strop - hala - kuchyň (85.61m^2 , 0.455m , 0.46W/mK , 2140kg/m^3 , 1020kJ/kgK)
- strop - hala - recepce (59.74m^2 , 0.455m , 0.46W/mK , 2140kg/m^3 , 1020kJ/kgK)
- strop - hala - strojovna (72.93m^2 , 0.455m , 0.46W/mK , 2140kg/m^3 , 1020kJ/kgK)

Podlaha

- podlaha - hala (434.73m^2 , 0.384m , 1.2W/mK , 1555kg/m^3 , 1020kJ/kgK)

VSTUPNÍ ÚDAJE

Výpočet proveden pro období od 21. 7. do 21. 7.

Časový krok: 100s

Objem místnosti: 2941m^3

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: ANO

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 9 - 21h, 9800W

Větrání[1]: 9 - 21h, 300m³/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 9 - 21h, 125W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 9 - 21h, 75kg, počet osob: 2

Biologická produkce[2]: 9 - 21h, 75kg, počet osob: 8

Biologická produkce[3]: 9 - 21h, 75kg, počet osob: 70

Sálavé plochy: NE

VÝSLEDKY

Maxima tepelné zátěže:

21. 7. 15.64h: Citelné teplo Max= 24762.85W

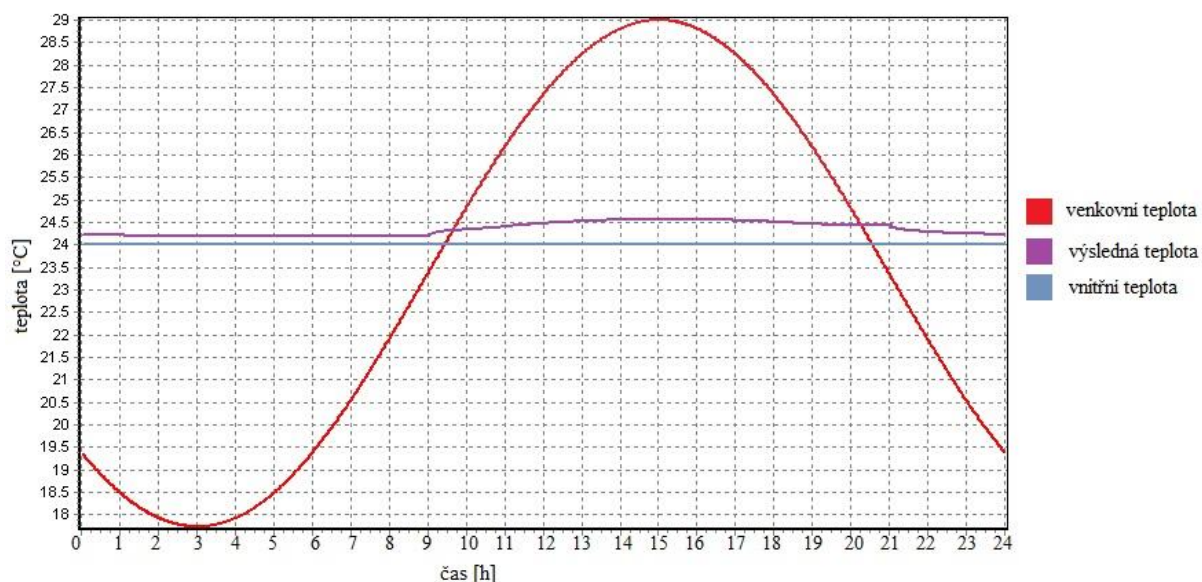
21. 7. 4.81h: Citelné teplo Min= 3665.45W

21. 7. 15.64h: Vázané teplo=0W Měrná Tz = 4.88W/K

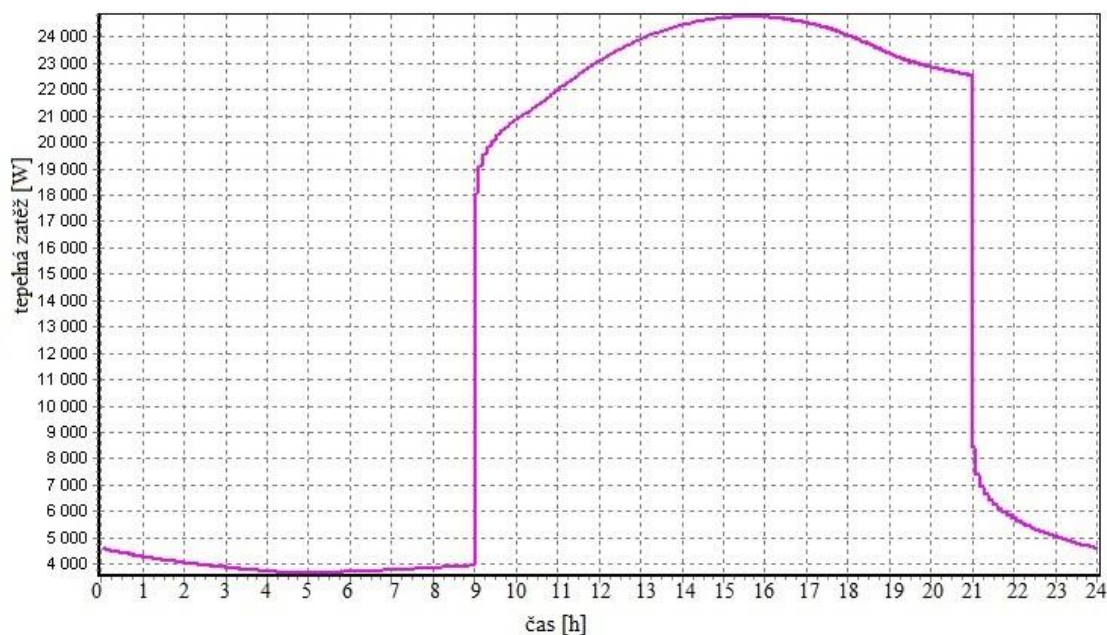
21. 7. 15.64h: Potřeba chladu = 331.27kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 331.27kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



Obrázek 2. 3 Graf průběhu teplot během dne



Obrázek 2. 4 Graf průběhu tepelné zátěže během dne

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE – SQUASHOVÉ KURTY

ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU

Střecha

- střecha - squash (190.56m^2 , 0.17m , 0.04W/mK , 75kg/m^3 , 880kJ/kgK)

Venkovní stěna

- venkovní - squash - SZ (69.384m^2 , 0.444m , 0.14W/mK , 90kg/m^3 , 1500kJ/kgK)
- venkovní - squash - JZ (138.06m^2 , 0.444m , 0.14W/mK , 90kg/m^3 , 1500kJ/kgK)
- venkovní - squash - JV (69.384m^2 , 0.444m , 0.14W/mK , 90kg/m^3 , 1500kJ/kgK)

Podlaha

- podlaha - squash (190.56m^2 , 0.384m , 1.2W/mK , 1530kg/m^3 , 1020kJ/kgK)

VSTUPNÍ ÚDAJE

Výpočet proveden pro období od 21. 7. do 21. 7.

Časový krok: 11s

Objem místnosti: 1350m^3

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: ANO

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 9 - 21h, 3861W

Větrání[1]: 9 - 21h, 50m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 9 - 21h, 75kg, počet osob: 6

Sálavé plochy: NE

VÝSLEDKY

Maxima tepelné zátěže:

21. 7. 18.35h: Citelné teplo Max= 7879.1W

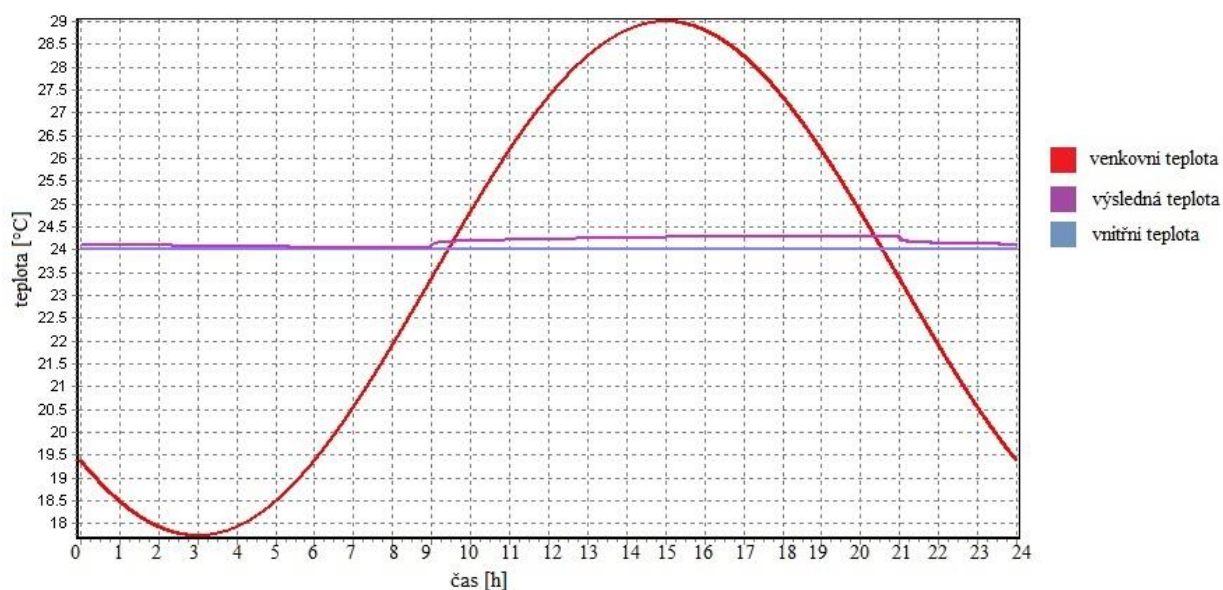
21. 7. 7.67h: Citelné teplo Min= 417.84W

21. 7. 18.35h: Vázané teplo=303.95W Měrná Tz = 8.11W/K

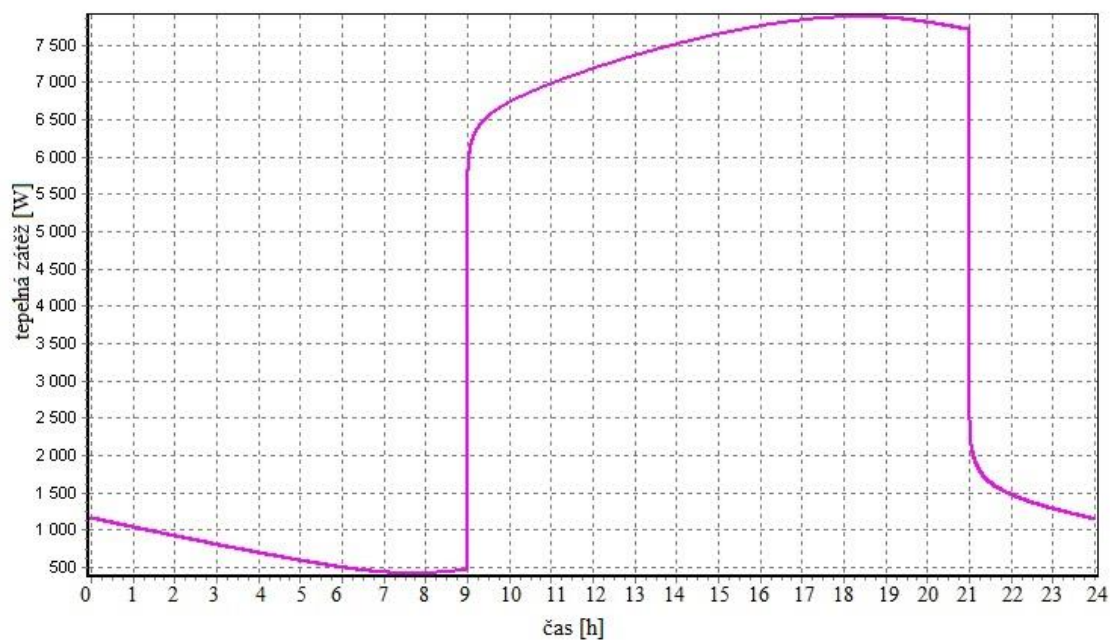
21. 7. 18.35h: Potřeba chladu = 100.03kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 100.03kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



Obrázek 2. 5 Graf průběhu teplot během dne



Obrázek 2. 6 Graf průběhu tepelné zátěže během dne

7. Stanovení průtoků vzduchu

Průtoky vzduchu byly stanoveny na základě tepelných zátěží.

Průtok vzduchu

$$V_p = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_k} \quad [m^3/s]$$

kde	Q – tepelný zisk/ ztráta místnosti	[W]
	ρ – hustota vzduchu	[kg/m ³]
	c – měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kgK]
	Δt_k – rozdíl teplot	[K]

VÝPOČET PRŮTOKU VZDUCHU PRO HALU S RESTAURACÍ

parametry interiéru:

léto: $t_{il} = 24^\circ\text{C}$

zima: $t_{iz} = 20^\circ\text{C}$

tepelné zisky: $Q_L = 24762,85 \text{ W}$

tepelné ztráty: $Q_Z = 7906,84 \text{ W}$

parametry exteriéru:

léto: $t_{el} = 29^\circ\text{C}$

zima: $t_{ez} = -12^\circ\text{C}$

maximální rozdíl teplot v létě:

$$\Delta t_{kl} = t_i - t_p$$

$$10 = 24 - t_p \Rightarrow t_p = 14^\circ\text{C}$$

maximální rozdíl teplot v zimě:

$$\Delta t_{kz} = t_p - t_i$$

$$12 = t_p - 20 \Rightarrow t_p = 32^\circ\text{C}$$

stanovení průtoku vzduchu

$$\text{léto: } V_{pl} = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{kl}} = \frac{24762,85}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 2,04 \text{ m}^3/\text{s} = 7400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{zima: } V_{pz} = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{kz}} = \frac{7906,84}{1,2 \cdot 1010 \cdot 12} = 0,54 \text{ m}^3/\text{s} = 1950 \text{ m}^3/\text{h}$$

nový rozdíl teplot pro zimu:

$$t_{kz} = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot V_p} = \frac{7906,84}{1,2 \cdot 1010 \cdot 2,04} = 3,2 \text{ K}$$

průtok čerstvého vzduchu:

$$V_e = 4850 \text{ m}^3/\text{h} = 1,347 \text{ m}^3/\text{s}$$

průtok cirkulačního vzduchu:

$$V_c = V_p - V_e = 2,04 - 1,347 = 0,69 \text{ m}^3/\text{s} = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

VÝPOČET PRŮTOKU VZDUCHU PRO SQUASHOVÉ KURTY

parametry interiéru:

$$\text{léto: } t_{il} = 24^\circ\text{C}$$

$$\text{zima: } t_{iz} = 18^\circ\text{C}$$

$$\text{tepelné zisky: } Q_L = 7879,1 \text{ W}$$

$$\text{tepelné ztráty: } Q_Z = 3834,23 \text{ W}$$

parametry exteriéru:

$$\text{léto: } t_{el} = 29^\circ\text{C}$$

$$\text{zima: } t_{ez} = -12^\circ\text{C}$$

maximální rozdíl teplot v létě:

$$\Delta t_{kl} = t_i - t_p$$

$$10 = 24 - t_p \Rightarrow t_p = 14^\circ\text{C}$$

maximální rozdíl teplot v zimě:

$$\Delta t_{kz} = t_p - t_i$$

$$12 = t_p - 18 \Rightarrow t_p = 30^\circ\text{C}$$

stanovení průtoku vzduchu

$$\text{léto: } V_{pl} = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{kl}} = \frac{7879,1}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,65 \text{ m}^3/\text{s} = 2350 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{zima: } V_{pz} = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{kz}} = \frac{3834,23}{1,2 \cdot 1010 \cdot 12} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s} = 950 \text{ m}^3/\text{h}$$

nový rozdíl teplot pro zimu:

$$t_{kz} = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot V_p} = \frac{3834,23}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,65} = 4,9\text{K}$$

průtok čerstvého vzduchu:

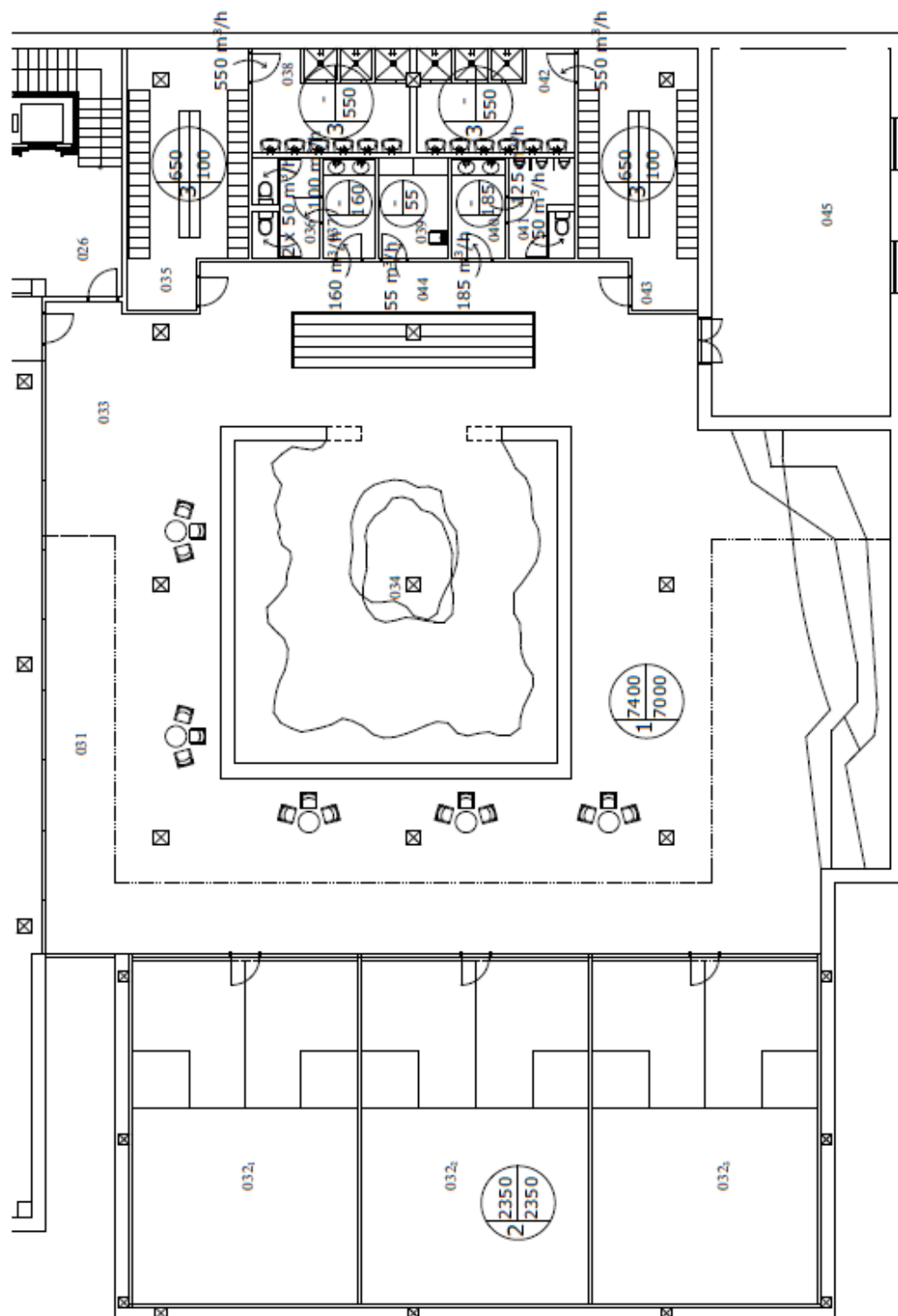
$$V_e = 600 \text{ m}^3/\text{h} = 0,167 \text{ m}^3/\text{s}$$

průtok cirkulačního vzduchu:

$$V_c = V_p - V_e = 0,65 - 0,167 = 0,483 \text{ m}^3/\text{s} = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabulka 2. 5 Tabulka místností

Tabulka místností		Údaje o místnosti			Parametry větrání					Tepelné bilance		Výsledný průtok vzduchu	
		plocha	světla výška	objem	počet	dávka	výměna	přívod	odvod	tepelná ztráta	tepelná zátěž	přívod	odvod
č.m.	Název místnosti	m ²	m	m ³	ks (os)	m ³ /h	x/h	m ³ /h	m ³ /h	kW	kW	m ³ /h	m ³ /h
Zařízení č. 1 - klimatizace a teplovzdušné vytápění haly (boulderová jeskyně, lezecká st.) + restaurace													
031	chodba	21,8	8,08	176,14									
033	hala	89,38	8,08	722,19	20	30		600	600				
		152,47	4,63	705,94	3	90		300	300				
034	boulderová jeskyně	84,64	4,63	391,88	5	90		450	450				
044	chodba	18,3	4,63	84,729									
137	restaurace	162,96	3	488,88	50	60		3000	3000				
					2	50		100	100				
Σ				2569,8				4450	4450				
úhrada deficitu pro zařízení č. 3 (036, 037, 039, 040, 041)								400					
Σ							2,9	4850	4450	7,9	24,8	7400	7000
Zařízení č. 2 - klimatizace a teplovzdušné vytápění squashových kurtů													
032	squashový kurt	63,52	7,08	449,72	2	100		200	200				
032	squashový kurt	63,52	7,08	449,72	2	100		200	200				
032	squashový kurt	63,52	7,08	449,72	2	100		200	200				
Σ				1349,2			1,7	600	600	3,8	7,9	2350	2350
Zařízení č. 3 - teplovzdušné větrání hygienického zázemí a šaten													
035	šatna ženy	23,25	2,8	65,1	32	20	10	650	100				
038	umývárna ženy	13,5	2,8	37,8	3	150			450				
					3	30			100				
Σ								650	650				
036	WC ženy	5,42	2,8	15,176	2	50			100				
037	předsíň WC ženy	4,28	2,8	11,984	2	30			60				
039	úklid	5,7	2,8	15,96	1	55			55				
040	předsíň WC muži	4,56	2,8	12,768	2	30			60				
041	WC muži	5,42	2,8	15,176	1	50			50				
					3	25			75				
Σ									400				
042	umývárna muži	13,5	2,8	37,8	3	150			450				
					3	30			100				
043	šatna muži	23,25	2,8	65,1	32	20	10	650	100				
Σ								650	650				
Σ								1300	1700				



Obrázek 2. 7 Tlakové poměry

8. Návrh distribučních prvků

Návrh distribučních prvků byl proveden v programu Easy Product Finder.

HALA S RESTAURACÍ

Přívodní elementy:

TROX® TECHNIK
The art of handling air

Easy Product Finder

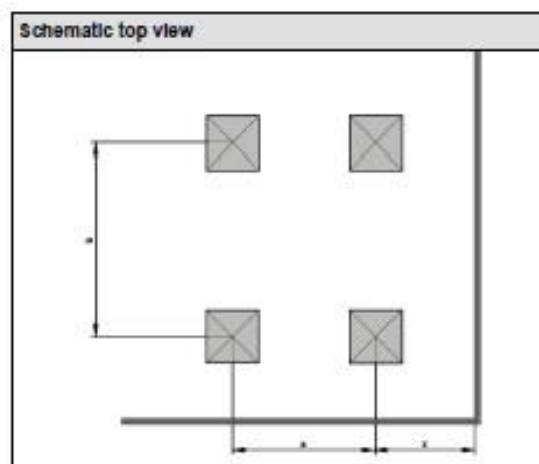
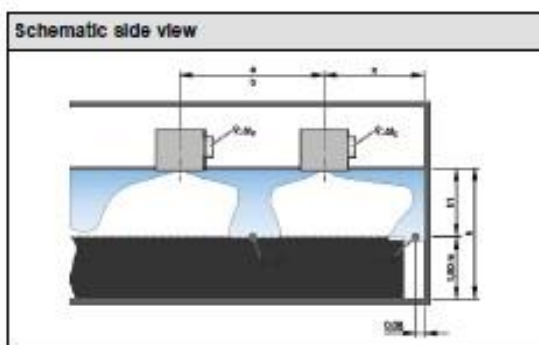
Date: 29.11.2014 / CZ
Project 1
Position.09



Face plate
Supply/Extract air
Connection
Size
Air blades
Surface
Total amount

VDW-R-Z-H/400x16/0/0/0/RAL 9010

R	Circular
Z	Supply air
H	Side entry plenum
400x16	
0	black plastic blades
0	Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%
1	



Volume flow V:	325 m³/h
Temperature difference Δt_z :	-10,0 K
Distance H1:	2,00 m
Temperature difference Δt_{H1} :	-0,2 K
Air velocity v_{H1} :	<0,10 m/s
Temperature difference Δt_L :	-0,2 K
Air velocity v_L :	0,18 m/s

single row arrangement,
a = 3,60 m, x = 1,70 m

Acoustic Data - Supply air				
Δp_t	30			Pa
L_{WA}	36			dB(A)
L_{WNC}	28			

Description

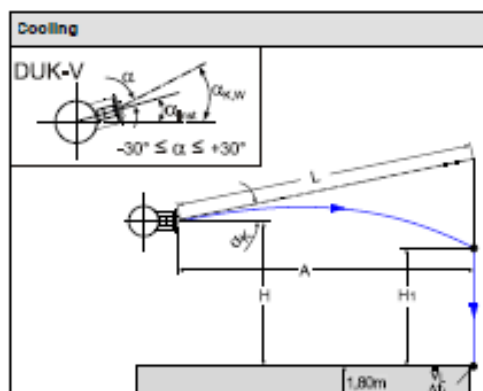
Adjustable TROX swirl diffuser type VDW provides swirling horizontal air discharge with high induction, for air change rates up to approx. 30 per hour, consisting of a punched front face with radially arranged individually adjustable air control blades, plenum box incorporating special internal control elements. The diffuser face is fitted/removed by means of a centre fix screw into a subframe. Diffuser face and plenum box are galvanised sheet steel. Diffuser face pre-treated and powder-coated.



Settings
Connection
Size
Surface
Total amount

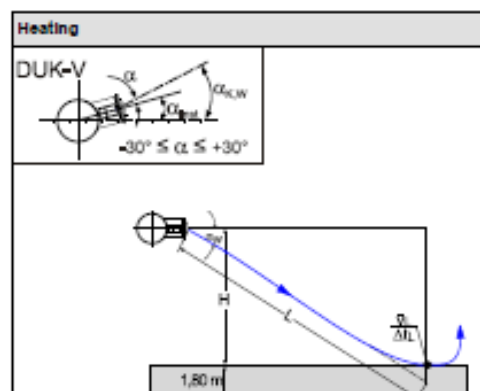
DUK-V-K/315/0/0/Unfinished

V Adjustable
K Duct connection element
315 Size
0 Surface
1 Total amount



Volume flow V: 792 m³/h
Discharging distance A: 9,00 m
Spacing B: 2,40 m
Installation height H: 3,00 m
Installation angle α_{inst} : 0 °
Discharging: single side
Duct air velocity v_{K1} : 5,00 m/s
Duct air velocity v_{K2} : 0,00 m/s

Cooling
Temperature difference supply air Δt : -10,0 K
Discharge angle α : 23 °
Air velocity v_L : 0,70 m/s
Temperature difference Δt_L : -0,5 K
Distance H1: 5,79 m



Heating
Temperature difference supply air Δt : 3,2 K
Discharge angle α : -16 °
Air velocity v_L : 0,69 m/s
Temperature difference Δt_L : 0,2 K
Distance L: 15,90 m

Side duct mounted			
	Cool.	Heat.	
Δp_L	63	63	Pa
L_{WA}	20	19	dB(A)
L_{WNC}	14	13	

Description

Adjustable TROX jet nozzle type DUK, suitable for long throw distances with optimum acoustic properties, preferably used for large rooms (halls, assembly rooms etc.), easily adjustable discharge angle between $\pm 30^\circ$ to compensate for changing supply air temperature differentials between cooling and heating, consisting of an aerodynamically shaped discharge nozzle with spherical outlet and cover ring with rear connection spigot. Discharge nozzle and cover ring in aluminium, internal mounting rings in plastic (temperature resistant up to max. 50 °C), connection element in galvanised sheet steel.



VDL-B-H-D-M/315/0/0/0/RAL 9010

Discharge ring
Connection
Diffuser face
Actuator
Size
Surface
Total amount

B
H
D
M
315
0
1

Discharge ring with flange
Side entry
Diffuser face removable
manually adjustable
Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%

Volume flow V: 350 m³/h
Distance H1: 2,30 m

Cooling

Temperature difference supply air Δt : -10,0 K
Air velocity v_{H1} : < 0,20 m/s
Air velocity v_L : 0,13 m/s
Temperature difference Δt_{H1} : -0,3 K
Temperature difference Δt_L : -0,3 K

Heating

Temperature difference supply air Δt : 3,2 K
Discharge angle α : 90 °
Max. penetration depth L_{max} : 3,59 m

Acoustic Data - Supply air				
Damper angle	0°	45°	90°	
Δp_t	19			Pa
L_{WA}	33			dB(A)
L_{WNC}	30			

Description

Adjustable TROX swirl diffuser type VDL in circular construction, provides swirling air discharge, for mounting heights of ≥ 3.80 m can deal with cooling or heating supply air temperature differentials, with horizontal, angled or vertical air discharge controlled by blade angle, comprising the diffuser face with nozzle type discharge ring, adjustable blades, rear mounted spigot piece or a plenum box.
Outer ring with discharge nozzle and cover cap are aluminium, blades, rear mounted spigot piece and plenum box are galvanised sheet steel.
Diffuser face pre-treated and powder-coated

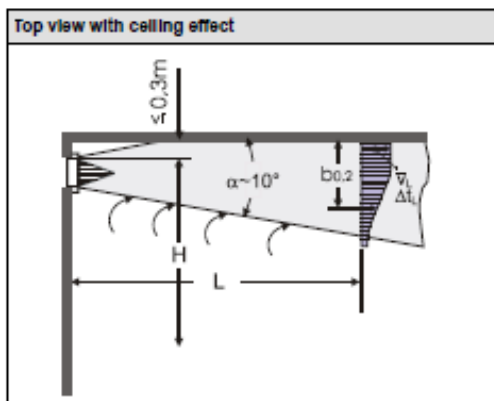
TR-AG/425x125/0/0/0/RAL 9010



Rear assemblies
Size
Size
Installation Subframe
Surface
Total amount

AG
425
125
0
0
1

Opposed blade action volume control damper
Length [mm]
Height [mm]
without subframe
Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%



Volume flow V : 250 m³/h
Temperature difference Δt_z : 0,0 K
Effective air velocity v_{eff} : 2,43 m/s
Temperature difference Δt_L : 0,0 K
Induction i : 16
Max. air velocity v_L : 0,30 m/s
 $b_{0,2}$: 0,70 m
Critical, effective air velocity v_{eff} : < 0,10 m/s

with ceiling effect
 $L = 9,00$ m
single grille arrangement

Acoustic Data - Supply air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	5	13	27	Pa
L_{WA}	<15	26	36	dB(A)
L_{WNC}	<9	21	31	

Acoustic Data - Extract air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	<5	8	20	Pa
L_{WA}	17	23	29	dB(A)
L_{WNC}	12	18	23	

Description

TROX grille type TR for wall-installation consists of a front border with horizontal, individually adjustable blades. Border and blades are formed steel sheet.

TR-AG/425x225/0/0/0/RAL 9010

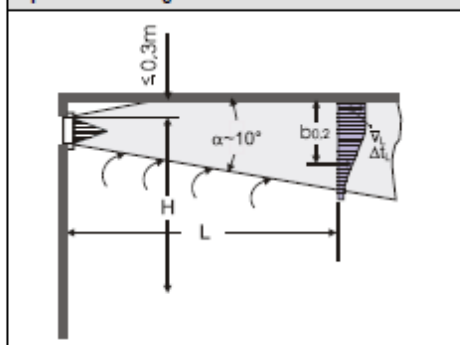


Rear assemblies
Size
Size
Installation Subframe
Surface
Total amount

AG
425
225
0
0
1

Opposed blade action volume control damper
Length [mm]
Height [mm]
without subframe
Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%

Top view with ceiling effect



Volume flow V: 500 m³/h
Temperature difference Δt_L : -4,0 K
Effective air velocity v_{eff} : 2,43 m/s
Temperature difference Δt_L : -0,7 K
Induction i: 10
Max. air velocity v_L : 0,48 m/s
 $b_{0.2}$: 0,93 m
Critical, effective air velocity v_{eff} : 1,79 m/s

with ceiling effect
L = 8,00 m
single grille arrangement

Acoustic Data - Supply air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	5	13	27	Pa
L_{WA}	15	29	39	dB(A)
L_{WNC}	10	24	34	

Acoustic Data - Extract air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	<5	8	20	Pa
L_{WA}	21	26	32	dB(A)
L_{WNC}	15	21	26	

Description

TROX grille type TR for wall-installation consists of a front border with horizontal, individually adjustable blades. Border and blades are formed steel sheet.

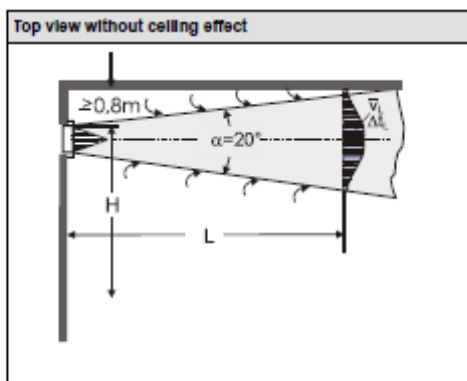
TR-AG/425x325/0/0/0/RAL 9010



Rear assemblies
Size
Installation Subframe
Surface
Total amount

AG
425
325
0
0
1

Opposed blade action volume control damper
Length [mm]
Height [mm]
without subframe
Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%



Volume flow V: 792 m³/h
Temperature difference Δt_z : 0,0 K
Effective air velocity v_{eff} : 2,57 m/s
Temperature difference Δt_L : 0,0 K
Induction i: 10
Max. air velocity v_L : 0,39 m/s
Air drop at L: 0,00 m
Effective Area A_{eff} : 0,09 m²

L = 9,00 m, H = 6,00 m
single grille arrangement

Acoustic Data - Supply air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	6	14	30	Pa
L_{WA}	18	32	42	dB(A)
L_{WNC}	13	27	37	

Acoustic Data - Extract air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_t	<5	9	22	Pa
L_{WA}	23	29	35	dB(A)
L_{WNC}	18	24	29	

Description

TROX grille type TR for wall-installation consists of a front border with horizontal, individually adjustable blades. Border and blades are formed steel sheet.



ADLR-AH-M/2/0/0/0/RAL 9010

Connection	AH	Side entry plenum, Extract air
Volume control damper	M	Volume control damper with adjustment lever
Size	2	Size Diffuser
Subframe	0	without subframe
Surface	0	Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%
Total amount	1	

Acoustic Data - Extract air				
Damper angle	0°	45°	90°	
Δp_t	34			Pa
L_{WA}	33			dB(A)
L_{WNC}	27			

Description

TROX ceiling diffuser type ADLR, circular construction, provides radial air discharge, comprising a diffuser face with concentric circular rings, outer border, centre cone, and a plenum box.
Diffuser face is aluminium, plenum box is galvanised sheet metal. Diffuser face pre-treated and powder-coated.

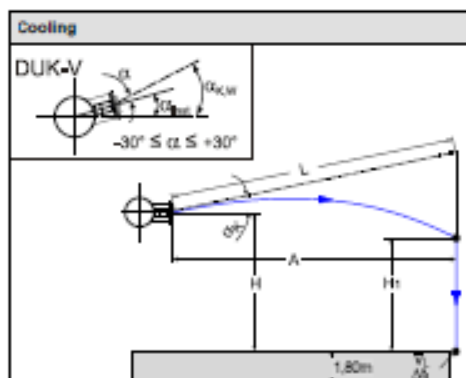
Tabulka 2. 6 Přívodní a odvodní prvky – hala s restaurací

přívod						
	výrobce	průtok vzduchu [m ³ /h]	tlaková ztráta [Pa]	hladina akustického výkonu L_w [dB(A)]	rychlost vzduchu	počet kusů
dýza s dalekým dosahem DUK-V-K/315	Trox	792	63	20	0,7	6
vířivý anemostat VDL-B-H-D-M/315	Trox	350	19	33	0,2	2
vířivý anemostat VDW-R-Z-H/400x16	Trox	325	30	36	0,1	6
odvod						
obdélníková výústka TR-AG 425x325	Trox	792	9	29	-	6
kruhový anemostat ADLR-AH-M/2	Trox	250	34	33	-	2
obdélníková výústka TR-AG 425x125	Trox	250	8	23	-	1
obdélníková výústka TR-AG 425x225	Trox	500	8	26	-	3

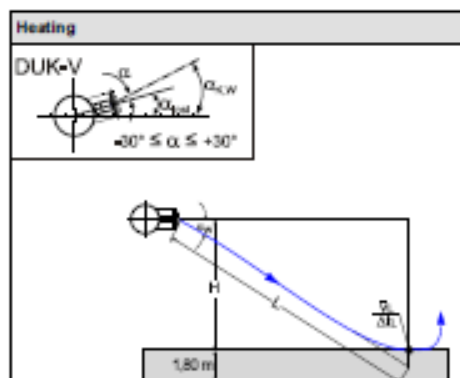

DUK-V-R-E1/315x500/0/0/0/Unfinished

 Settings
 Connection
 Actuator
 Size
 Size
 Surface
 Total amount

 V
 R
 E1
 315
 500
 0
 1

 Adjustable
 Duct connection element for circular ducting
 Externally mounted rotary actuator 230V, 50Hz
 Size
 Circular duct diameters
 Unfinished

 Volume flow V: 784 m³/h
 Discharging distance A: 9,00 m
 Spacing B: 10,00 m
 Installation height H: 5,30 m
 Installation angle α_{inst} : 0°
 Discharging: single side
 Duct air velocity v_{d1} : 5,00 m/s
 Duct air velocity v_{d2} : 0,00 m/s

Cooling

 Temperature difference supply air Δt : -10,0 K
 Discharge angle α : 12°
 Air velocity v_d : 0,70 m/s
 Temperature difference Δt_L : -0,5 K
 Distance H1: 6,26 m


Heating

 Temperature difference supply air Δt : 4,9 K
 Discharge angle α : -29°
 Air velocity v_d : 0,85 m/s
 Temperature difference Δt_L : 0,2 K
 Distance L: 16,57 m

End duct mounted			
	Cool.	Heat.	
Δp_f	51	50	Pa
L_{WA}	19	19	dB(A)
L_{WNC}	10	11	

Side duct mounted			
	Cool.	Heat.	
Δp_f	62	62	Pa
L_{WA}	19	19	dB(A)
L_{WNC}	13	13	

Description

Adjustable TROX jet nozzle type DUK, suitable for long throw distances with optimum acoustic properties, preferably used for large rooms (halls, assembly rooms etc.). easily adjustable discharge angle between $\pm 30^\circ$ to compensate for changing supply air temperature differentials between cooling and heating, consisting of an aerodynamically shaped discharge nozzle with spherical outlet and cover ring with rear connection spigot. Discharge nozzle and cover ring in aluminium, internal mounting rings in plastic (temperature resistant up to max. 50 °C), connection element in galvanised sheet steel.

Odvodní elementy:

TR-AG/425x325/0/0/0/RAL 9010

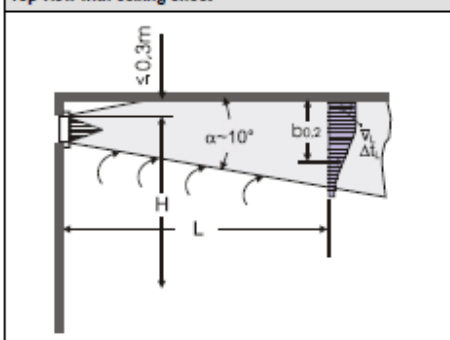


Rear assemblies
Size
Size
Installation Subframe
Surface
Total amount

AG
425
325
0
0
1

Opposed blade action volume control damper
Length [mm]
Height [mm]
without subframe
Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%

Top view with ceiling effect



Volume flow V : 784 m³/h
Temperature difference Δt_z : 0,0 K
Effective air velocity v_{eff} : 2,54 m/s
Temperature difference Δt_L : 0,0 K
Induction I : 10
Max. air velocity v_L : 0,55 m/s
 $b_{0,z}$: 1,11 m
Critical, effective air velocity v_{eff} : < 0,10 m/s

with ceiling effect
 $L = 9,00$ m
single grille arrangement

Acoustic Data - Supply air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_f	6	14	30	Pa
L_{WA}	18	32	42	dB(A)
L_{WNC}	13	27	37	

Acoustic Data - Extract air				
Damper settings	100%	50%	25%	
Δp_f	<5	9	22	Pa
L_{WA}	23	29	34	dB(A)
L_{WNC}	18	24	29	

Description

TROX grille type TR for wall-installation consists of a front border with horizontal, individually adjustable blades. Border and blades are formed steel sheet.

Tabulka 2. 7 Přívodní a odvodní prvky – squashové kurty

přívod						
	výrobce	průtok vzduchu [m³/h]	tlaková ztráta [Pa]	hladina akus- tického výkonu L_w [dB(A)]	rychlost vzduchu	počet kusů
dýza s dalekým dosahem DUK-V-R-E1/315x500	Trox	784	62	19	0,7	3
odvod						
obdélníková vyústka TR-AG 425x325	Trox	784	9	29	-	3

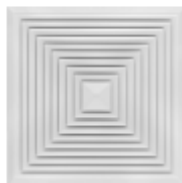
HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

Přívodní elementy:

TROX® TECHNIK
The art of handling air

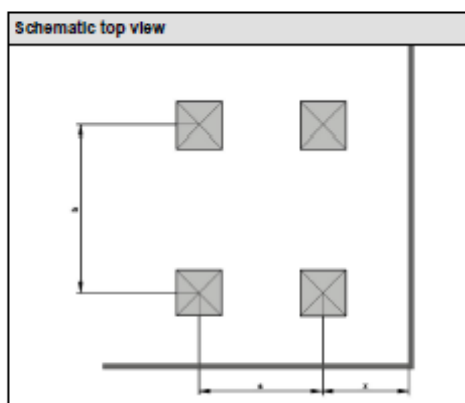
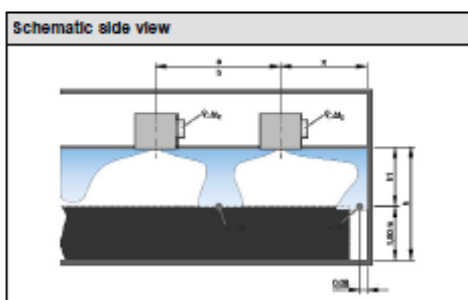
Easy Product Finder

Date: 29.11.2014 / CZ
Project 1
Position: 15



DLQ-AK-M/400/0/0/0/RAL 9010

Diffuser face material	DLQ	Deep drawn or formed steel sheet
Connection	AK	with plenum box
Volume control damper	M	Volume control damper with adjustment lever
Size	400	
Subframe	0	without installation subframe
Surface	0	Standard finish RAL 9010 (Pure white) Gloss level 50%
Total amount	1	



Volume flow V:	325 m³/h
Temperature difference Δt_z :	0,0 K
Distance H1:	1,00 m
Temperature difference Δt_{H1} :	0,0 K
Air velocity v_{H1} :	0,19 m/s
Temperature difference Δt_L :	0,0 K
Air velocity v_L :	0,23 m/s

single row arrangement,
a = 2,50 m, x = 1,50 m

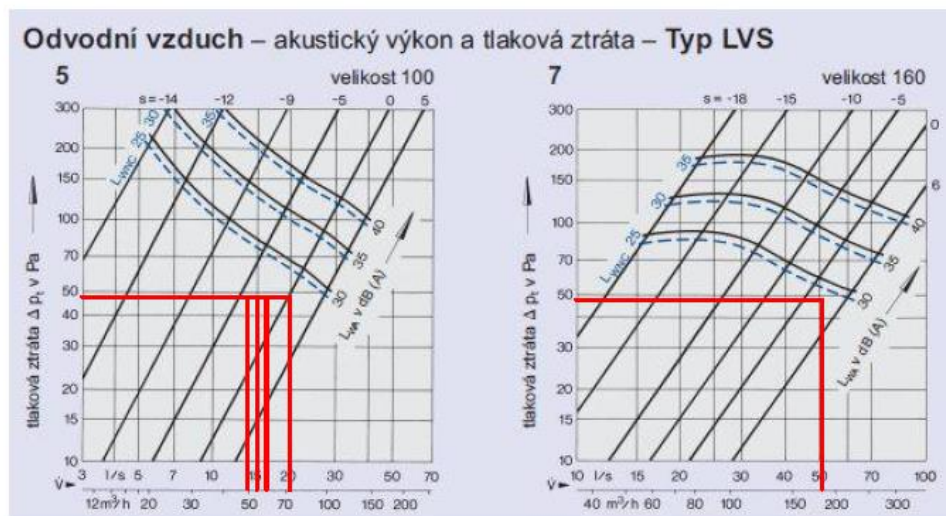
Acoustic Data - Supply air				
Damper angle	0°	45°	90°	
Δp_f	13	16	39	Pa
L_{WA}	21	22	24	dB(A)
L_{WNC}	17	18	20	

Acoustic Data - Extract air				
Damper angle	0°	45°	90°	
Δp_f	10	11	29	Pa
L_{WA}	22	23	25	dB(A)
L_{WNC}	16	17	19	

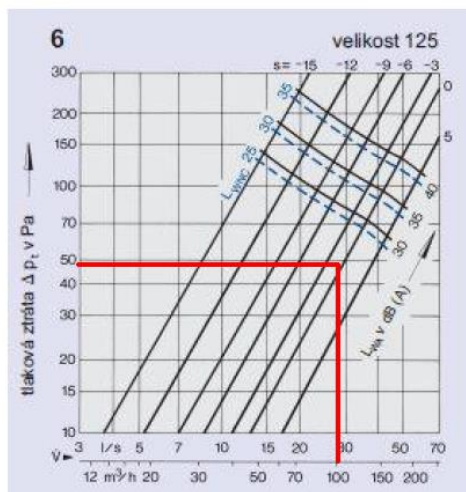
Description

TROX ceiling diffuser type DLQ square construction, suitable for horizontal air discharge, comprising a face section with mitred perimeter border, shaped fixed air control blades, a centre cone and a plenum box.
Diffuser face is deep drawn or formed sheet steel, plenum box is galvanised sheet metal, diffuser face pre-treated and powder-coated.

Odvodní elementy:



Obrázek 2. 8 Talířové ventily LVS [10]



Obrázek 2. 9 Talířový ventil LVS [10]

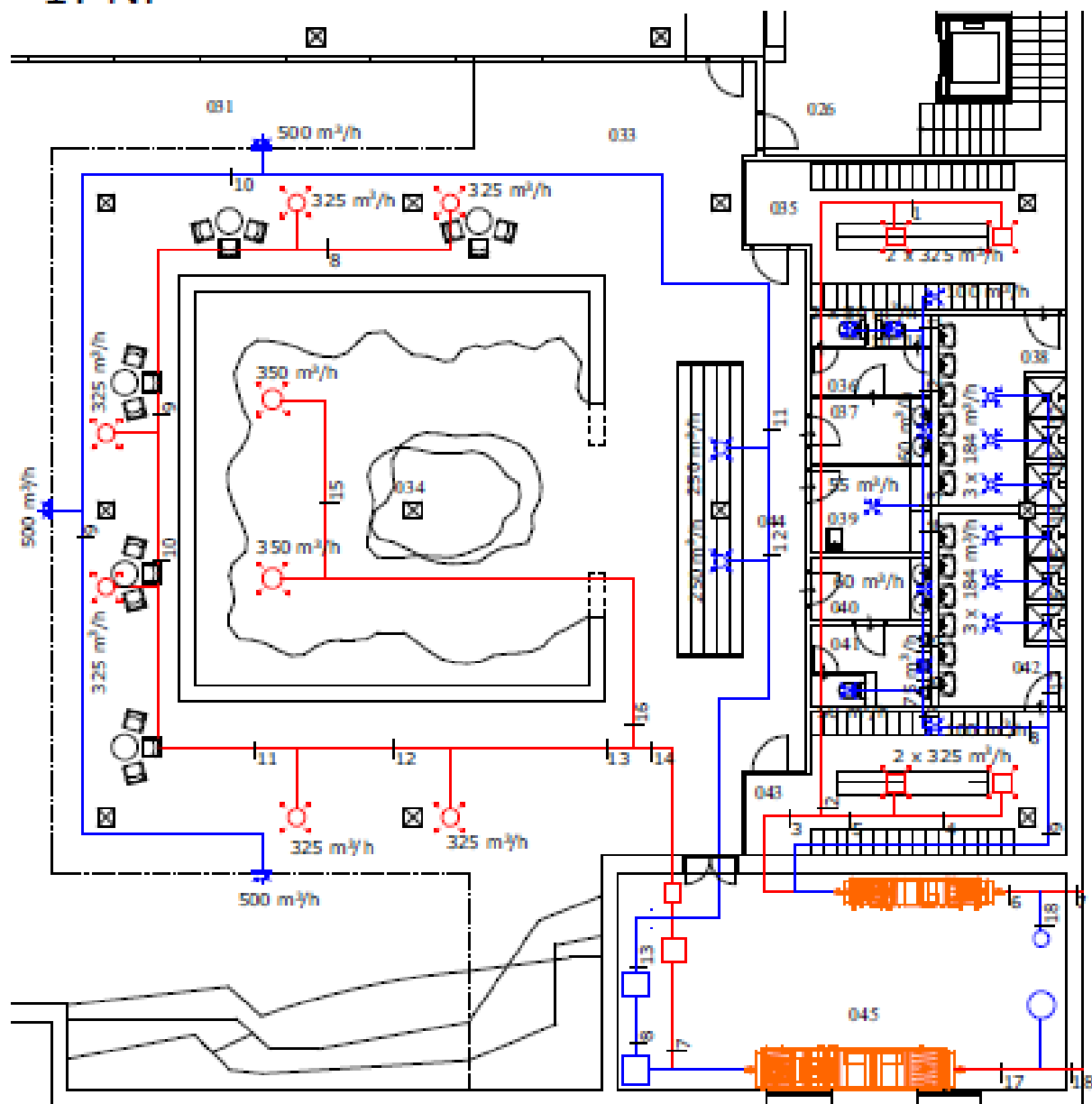
Tabulka 2. 8 Přívodní a odvodní prvky – hygienické zázemí

přívod						
	výrobce	průtok vzduchu [m ³ /h]	tlaková ztráta [Pa]	hladina akus- tického výkonu L _w [dB(A)]	rychlost vzduchu	počet kusů
stropní anemostat DLQ-AK-M/400	Trox	325	16	22	0,19	4
odvod						
talířový ventil LVS 125	Trox	100	48	< 30	-	2
talířový ventil LVS 160	Trox	150	48	< 30	-	6
talířový ventil LVS 100	Trox	50	48	< 30	-	3
talířový ventil LVS 100	Trox	60	48	< 30	-	2
talířový ventil LVS 100	Trox	55	48	< 30	-	1
talířový ventil LVS 100	Trox	75	48	< 30	-	1

9. Dimenzování potrubí

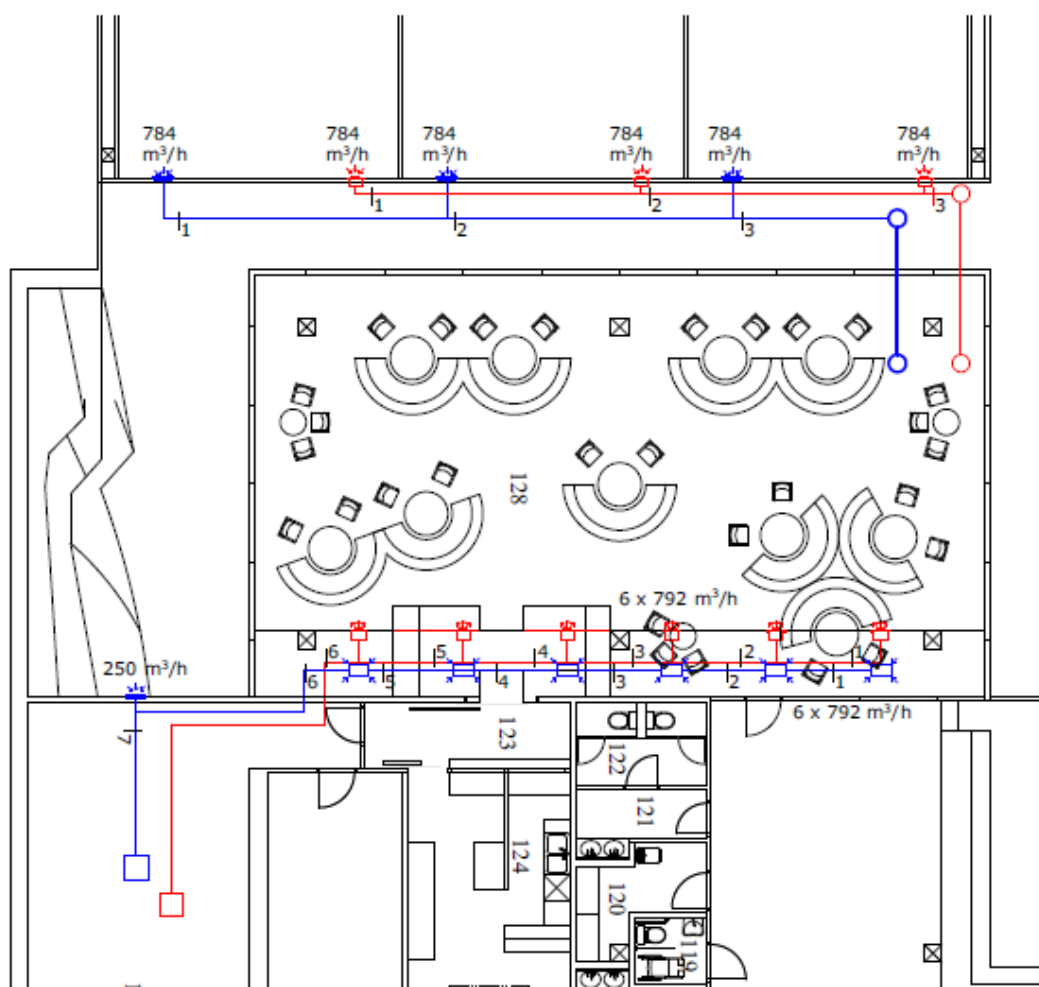
Dimenzační schéma

1. NP



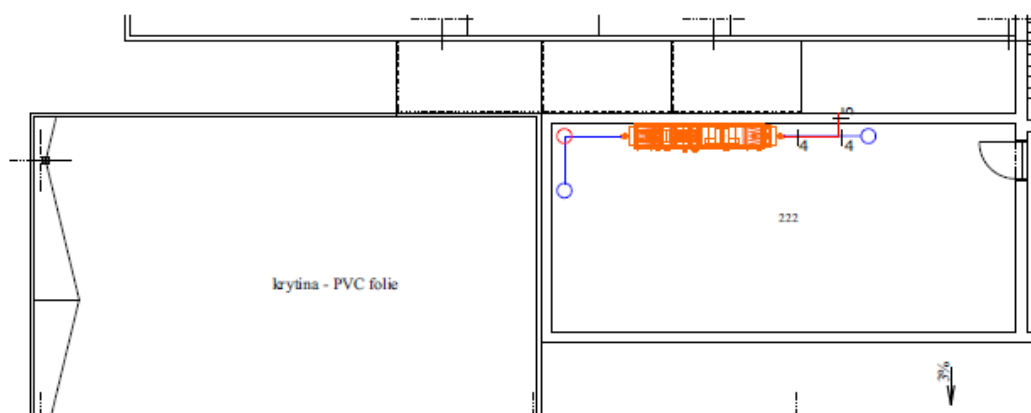
Obrázek 2. 10 Dimenzační schéma haly

2. NP

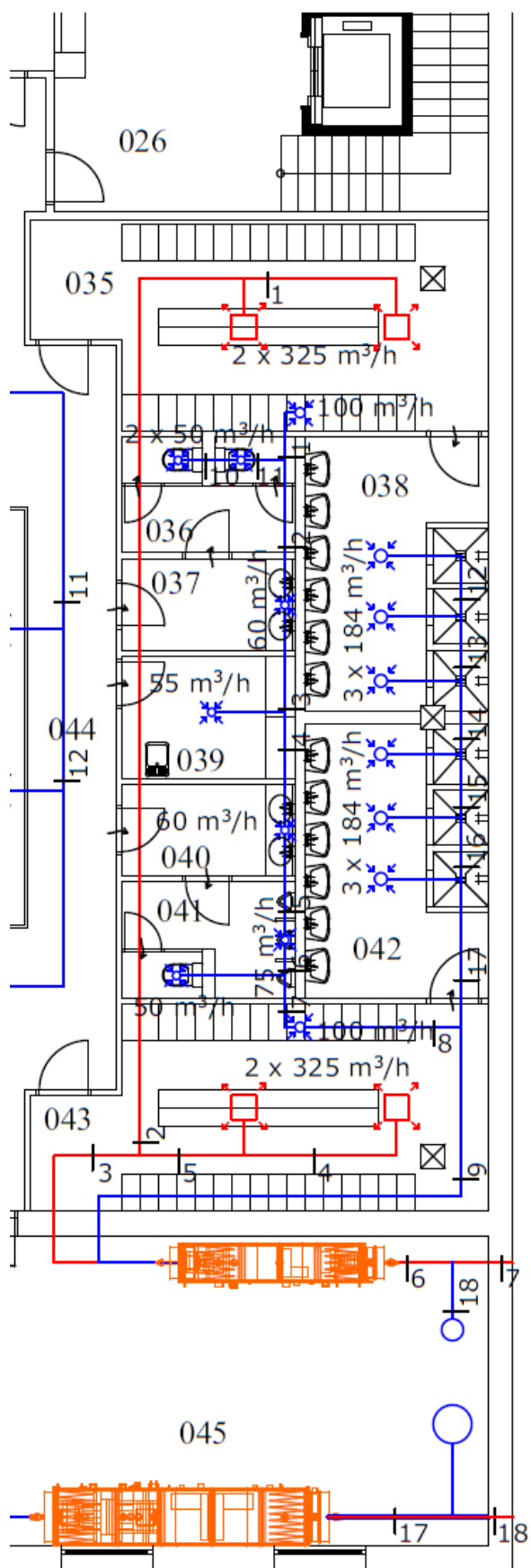


Obrázek 2. 11 Dimenzační schéma – restaurace, squashové kurty

3. NP



Obrázek 2. 12 Dimenzační schéma – squashové kurty



Obrázek 2. 13 Dimenzační schéma – hygienické zázemí

Při dimenzování potrubí byly použity následující vztahy:

Průtočná plocha

$$S = \frac{V}{v'} \quad [\text{m}^2]$$

kde V – průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{s}]$
 v' – předběžná rychlost $[\text{m}/\text{s}]$

Tlaková ztráta místními odpory

$$Z = 0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2 \quad [\text{Pa}]$$

kde ξ – součinitel vřazených odporů tvarovek $[-]$
 ρ – hustota vzduchu $[\text{kg}/\text{m}^3]$
 v – skutečná rychlost $[\text{m}/\text{s}]$

Tabulka 2. 9 Dimenzování přívodního potrubí

Hlavní větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v´	S	d´	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p _i
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
1	792	0,220	2,9	3	0,0733	306	225x400	315	2,4	0,32	0,6	2,2	3,1	63
2	1584	0,440	2,4	3	0,1467	432	355x400	355	3,1	0,61	0,6	3,5	4,9	
3	2376	0,660	2,4	3,3	0,2000	505	450x450	450	3,3	0,40	0,6	3,8	4,8	
4	3168	0,880	2,4	3,5	0,2514	566	500x500	500	3,5	0,39	0,6	4,5	5,4	
5	3960	1,100	2,4	3,8	0,2895	607	560x500	500	3,9	0,58	0,6	5,6	6,9	
6	4752	1,320	4,3	4	0,3300	648	560x560	560	4,2	0,44	2,4	25,5	27,4	5,5
7	7402	2,056	4,2	4,8	0,4284	739	560x800	710	4,6	0,33	1,8	22,7	24,1	38
													76,7	
17	7402	2,056	2,4	4,8	0,4284	739	560x800	710	4,6	0,26	0,3	3,8	4,4	38
18	7402	2,056	0,4	2,5	0,8224	1023	1250x1000		1,6	0,12	0,3	0,5	0,5	22
													4,9	166,5
Celková tlaková ztráta přívodního potrubí													248,1	
													270	
Poznámky: Úsek č. 1 zahrnuje dýzu														
Úsek č. 6 zahrnuje požární klapku														
Úsek č. 7 zahrnuje tlumič hluku														
Úsek č. 17 zahrnuje tlumič hluku														
Úsek č. 18 zahrnuje protidešťovou žaluzii														

Vedlejší větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p _i
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
8	325	0,090	3,6	3	0,0301	196	180x200	200	2,5	0,56	0,6	2,3	4,3	30
9	650	0,181	11	3	0,0602	277	280x250	280	2,6	0,61	1,2	4,8	11,5	
10	975	0,271	3,6	3	0,0903	339	315x280	315	3,1	0,45	0,6	3,4	5,0	
11	1300	0,361	9,8	3	0,1204	391	315x355	355	3,2	0,44	1,2	7,5	11,8	
12	1625	0,451	3,6	3,4	0,1328	411	315x355	355	4,0	0,63	0,6	5,9	8,1	
13	1950	0,542	4,3	3,9	0,1389	421	355x355	355	4,3	0,92	0,6	6,7	10,6	
14	2650	0,736	7,1	4,4	0,1673	462	400x400	400	4,6	0,95	1,2	15,2	22,0	6,7
Poznámky: Úsek č. 8 zahrnuje anemostat														
Úsek č. 14 zahrnuje požární klapku														
Odbočující větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
15	350	0,097	4,2	3	0,0324	203	160x250	200	2,4	0,62	0,6	2,1	4,7	19
16	700	0,194	13,5	3	0,0648	287	250x250	250	3,1	0,74	1,2	7,0	17,0	
Poznámky: Úsek č. 15 zahrnuje anemostat														

Odbočující větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v´	S	d´	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p _i
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
9	500	0,139	13,1	3	0,0463	243	250x225	250	2,5	0,41	1,2	4,4	9,8	8
10	1000	0,278	12,8	3	0,0926	343	315x315	315	2,8	0,46	1,2	5,6	11,5	
11	1500	0,417	17,5	3	0,1389	421	355x355	355	3,3	0,56	1,2	7,9	17,7	
12	1750	0,486	2,7	3,5	0,1389	421	400x355	400	3,4	0,41	0,6	4,2	5,3	
13	2000	0,556	7,9	4	0,1389	421	400x400	400	3,5	0,54	1,8	13,0	17,3	3,9
Poznámky: Úsek č. 9 zahrnuje obd. vyústku														
Úsek č. 13 zahrnuje požární klapku														

Tabulka 2. 11 Dimenzování přívodního potrubí

Přívodní potrubí												
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory
u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa
1	784	0,218	6,6	3	0,0726	304		315	2,8	0,32	0,6	2,8
2	1568	0,436	6,6	4	0,1089	372		355	4,4	0,60	0,6	7,0
3	2352	0,653	6,7	5	0,1307	408		400	5,2	0,74	4,2	68,1
												88,9
4	2352	0,653	1,8	5	0,1307	408	400x400	400	4,1	0,74	0,9	9,1
5	2352	0,653	0,3	2,5	0,2612	577	630x630	630	1,6	0,1	0,3	0,5
Celková tlaková ztráta přívodního potrubí												
											99,8	168
											267,8	
											300	
Poznámky: Úsek č. 1 zahrnuje dýzu												
Úsek č. 3 zahrnuje požární klapku, tlumič hluku												
Úsek č. 4 zahrnuje tlumič hluku												
Úsek č. 5 zahrnuje protidešťovou žaluzii												

Tabulka 2. 12 Dimenzování odvodního potrubí

Odvodní potrubí														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v´	S	d´	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p _i
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
1	784	0,218	6,6	3	0,0726	304		315	2,8	0,32	0,6	2,8	4,9	9
2	1568	0,436	6,6	4	0,1089	372		355	4,4	0,6	0,6	7,0	10,9	
3	2352	0,653	11,6	5	0,1307	408		400	5,2	0,74	4,2	68,1	76,7	59
													92,6	
4	2352	0,653	4,3					400	5,2	0,74	0,6	9,7	12,9	82
													105,5	150
													255,5	
													290	
Poznámky: Úsek č. 1 zahrnuje obd. vyústku														
Úsek č. 3 zahrnuje požární klapku, tlumič hluku														
Úsek č. 4 zahrnuje výfukovou hlavici, tlumič hluku														

Tabulka 2. 13 Dimenzování přívodního potrubí

Hlavní větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p _i
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
1	325	0,090	2,5	3	0,0301	196		200	2,9	0,56	0,6	3,0	4,4	16
2	650	0,181	15,1	3,5	0,0516	256		250	3,7	0,66	1,2	9,7	19,7	
3	1300	0,361	6,3	4	0,0903	339		315	4,6	0,71	3	38,6	43,1	27,9
													67,2	
6	1300	0,361	1,3	4	0,0903	339	315x315	315	3,6	0,71	0,3	2,3	3,3	29
7	1300	0,361	0,5	2,5	0,1444	429	400x630	450	1,4	0,14	0,3	0,4	0,4	21
													3,7	93,9
Celková tlaková ztráta přívodního potrubí														
													164,8	
													190	
Poznámky: Úsek č. 1 zahrnuje anemostat														
Úsek č. 3 zahrnuje požární klapku, tlumič hluku														
Úsek č. 6 zahrnuje tlumič hluku														
Úsek č. 7 zahrnuje protidešťovou žaluzii														
Odbočující větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p
	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
4	325	0,090	2,5	3	0,0301	196		200	2,9	0,56	0,6	3,0	4,4	16
5	650	0,181	1,5	3,5	0,0516	256		250	3,7	0,66	0,6	4,9	5,9	
Poznámky: Úsek č. 4 zahrnuje anemostat														

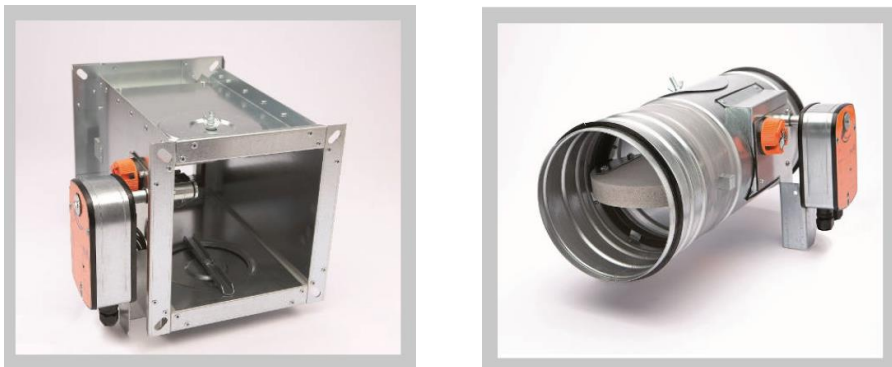
Tabulka 2. 14 Dimenzování odvodního potrubí

Hlavní větev													
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu V	průtok vzduchu m ³ /h	průtok vzduchu m ³ /s	délka L	předběžná rychlost v'	průtočná plocha S	průměr kruhového potrubí d'	rozměry stran AxB	průměr kruhu d	skutečná rychlost v	měrná tlaková ztráta R	vřazené odpory ξ	tlak. ztráta místními odpory Z
							mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa
1	100	0,028	1,1	2,3	0,0121	124	125	2,3	0,6	1,8	2,6	2,6	48
2	200	0,056	2,4	2,6	0,0214	165	180	2,2	0,6	1,7	2,7	2,7	
3	260	0,072	1,8	3	0,0241	175	200	2,3	0,6	1,9	2,6	2,6	
4	315	0,088	1,9	3,2	0,0273	187	225	2,2	0,6	1,7	2,3	2,3	
5	375	0,104	1,8	3,5	0,0298	195	225	2,6	0,6	2,5	3,2	3,2	
6	450	0,125	0,6	4	0,0313	199	225	3,1	0,6	3,6	3,9	3,9	
7	500	0,139	0,9	4,2	0,0331	205	225	3,5	1,2	8,8	9,4	9,4	
8	600	0,167	3,5	4,5	0,0370	217	225	4,2	0,6	6,3	9,8	9,8	
9	1700	0,472	10,1	4,5	0,1049	366	355	4,8	3	41,0	47,2	47,2	31,4
											83,8	83,8	
18	1700	0,472	4,2				355	4,8	0,9	12,4	15,0	15,0	68
Celková tlaková ztráta odvodního potrubí													
Poznámky: Úsek č. 1 zahrnuje talířový ventil													
Úsek č. 9 zahrnuje požární klapku, tlumič hluku													
Úsek č. 18 zahrnuje výfukovou hlavici, tlumič hluku													
											246,3	246,3	
											280	280	

Odbočující větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v´	S	d´	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p
	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
10	50	0,014	1	3	0,0046	77		100	1,8	0,67	0,6	1,1	1,8	48
11	100	0,028	0,7	3,5	0,0079	101		100	3,5	2,10	0,6	4,5	6,0	
													7,8	
Poznámky: Úsek č. 10 zahrnuje talířový ventil														
Vedlejší větev														
číslo úseku potrubí	průtok vzduchu	průtok vzduchu	délka	předběžná rychlost	průtočná plocha	průměr kruhového potrubí	rozměry stran	průměr kruhu	skutečná rychlost	měrná tlaková ztráta	vřazené odpory	tlak. ztráta místními odpory	celková tlaková ztráta potrubí	tlaková ztráta prvku
u	V	V	L	v´	S	d´	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L	p
	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	mm	mm	mm	m/s	Pa/m		Pa	Pa	Pa
12	184	0,051	1	2,5	0,0204	161		160	2,5	0,60	0,6	2,3	2,9	48
13	368	0,102	1	2,8	0,0365	216		225	2,6	0,40	0,6	2,4	2,8	
14	552	0,153	1,2	3	0,0511	255		250	3,1	0,48	0,6	3,5	4,1	
15	736	0,204	1	3,4	0,0601	277		280	3,3	0,50	0,6	4,0	4,5	
16	920	0,256	1	3,7	0,0691	297		315	3,3	0,41	0,6	3,9	4,3	
17	1104	0,307	2,5	4	0,0767	312		315	3,9	0,57	0,6	5,6	7,0	
Poznámky: Úsek č. 12 zahrnuje talířový ventil														

POŽÁRNÍ KLAPKY

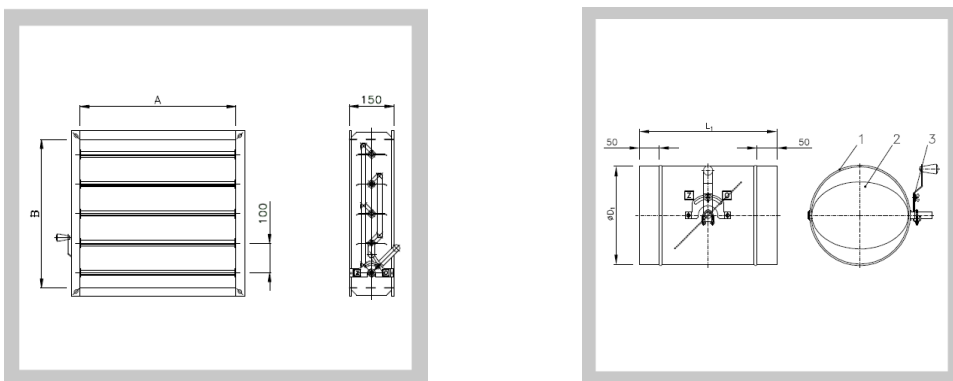
V projektu jsou navrženy kruhové a čtyřhranné požární klapky PKTM III se servopohonem od firmy Mandík.



Obrázek 2. 14 Čtyřhranná a kruhová požární klapka PKTM III se servopohonem [11]

REGULAČNÍ KLAPKY

Jsou zde navrženy regulační klapky těsné kruhové RKKTM a čtyřhranné RKTМ s ručním ovládáním od firmy Mandík.



Obrázek 2. 15 Regulační klapka čtyřhranná RKTМ a kruhová RKKTM s ručním ovládáním [12], [13]

10. Návrh VZT jednotek

Návrh vzduchotechnických jednotek byl proveden v návrhovém programu Aerocad.

HALA S RESTAURACÍ

REMAK a.s.
Roznov pod Radhoštěm
Czech Republic
<http://www.remak.cz>



ID nabídky:

Číslo projektu

2

Název projektu

hala

Související obchodně technická dokumentace *

Sestavné jednotky AeroMaster XP (návod na montáž a obsluhu) 08/2013

NS 120

NS 130 10/2008

Snímač tlakové diference P33 (návod)

Montážní návod SUMX - doplněk montážního návodu Vento 01/2009

Příručka měniče VLT HVAC Basic Drive FC 101

* Aktuální verze níže uvedených dokumentů je dostupná na www.remak.eu

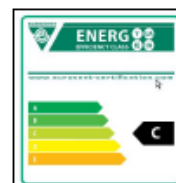
Chyby projektu

Některé zařízení není oceněno, nelze udělat součet cen za projekt

Číslo zařízení 02 Název zařízení jednotka_upravená
Určení jednotky Standardní prostředí
Popis zařízení * SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA
- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713-1
- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)
- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C
- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm
- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací
- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L2 resp. L1, T3, TB3
- zvukové neprůzvučnost pláště Rw=43 dB
- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TÜV SÜD Czech
- certifikát shody dle GOST R
- vyvinuto a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001
* Detailní informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. Související obchodně technická dokumentace

Druh, rozměr
Model box
Hmotnost zařízení

AeroMaster XP 10
AMXP3
1 262 kg



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	20 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 55
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	7400 / 7000	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	530 / 272
Rychlost v průřezu [m/s]	2.95 / 2.79	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	23 / 16
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	270 / 250	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	18 / 75
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod) *

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro chlazení [kW]	36 / 0
Příkon ventilátorů [kW]	2.74 / 2.05	Součtové výkony pro chlazení [kW]	30 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _{z,roz} [s]	2330	Výkon zpětného získání tepla [kW]	25

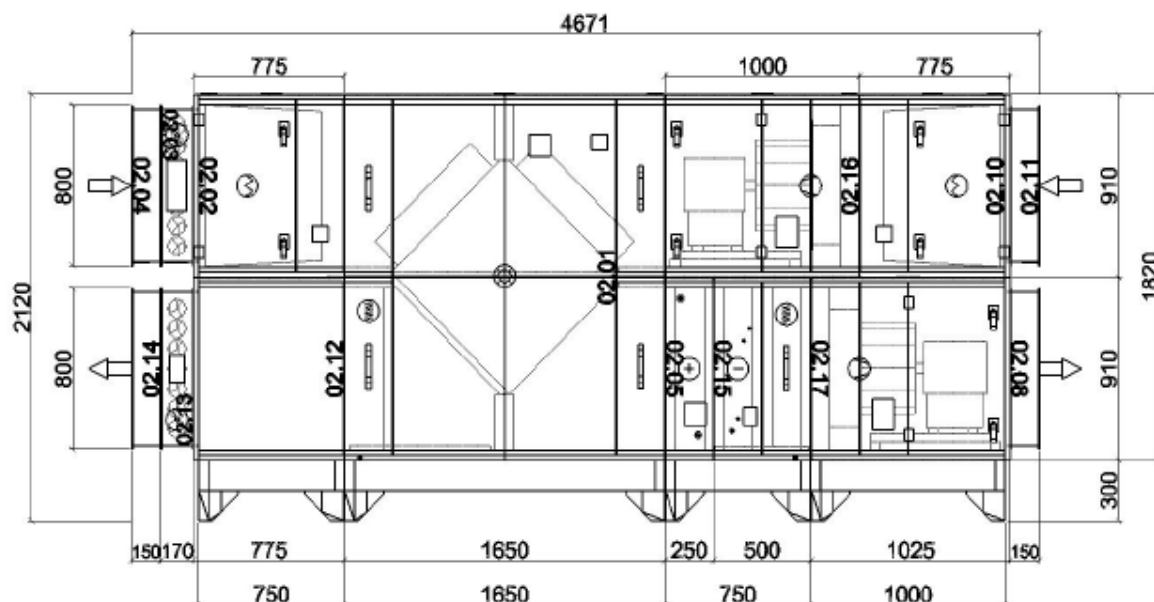
*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

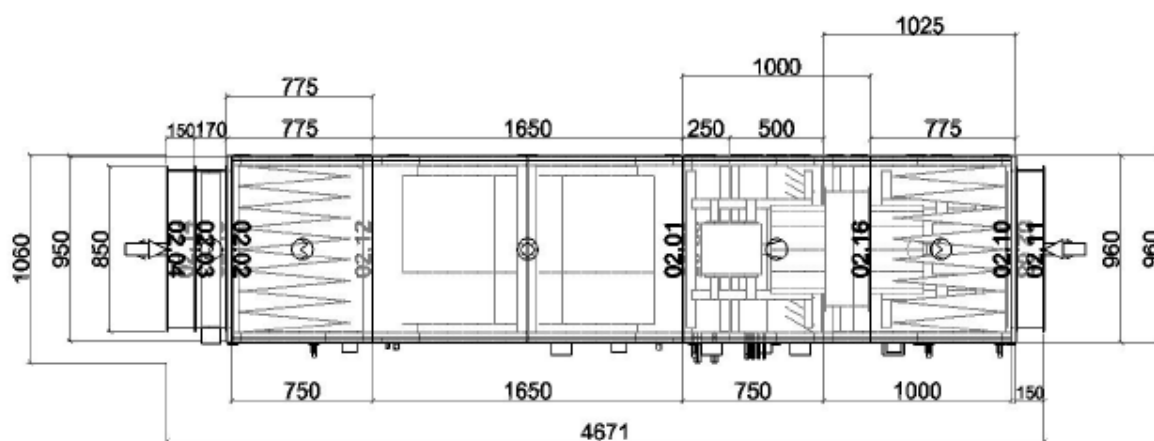
Přívod	Hladiny akust. výkonu v oktaóvových pásmech L _{WA,PM} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]							
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	47.4	59.7	69.7	72.3	68.9	61.9	55.4	47.8
Výstup	52.4	66.7	78.7	84.3	83.9	80.9	76.4	69.8
Okolí	45.4	50.6	59.6	57.3	54.2	50.7	47.1	36.6

Odvod	Hladiny akust. výkonu v oktaóvových pásmech L _{WA,PM} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]							
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	49.5	64.0	76.1	81.0	79.7	74.8	69.3	62.7
Výstup	51.5	65.0	76.1	80.0	78.7	74.8	70.3	63.7
Okolí	45.5	50.9	60.0	58.0	55.0	51.6	48.0	37.5

Zepředu XZ
02 - jednotka_upravená
X = 4671 mm, Y = 2120 mm

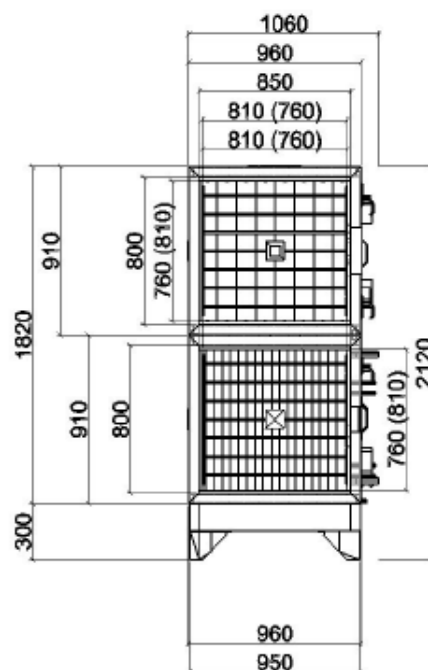


Shora XY
02 - jednotka_upravená
X = 4671 mm, Y = 1060 mm



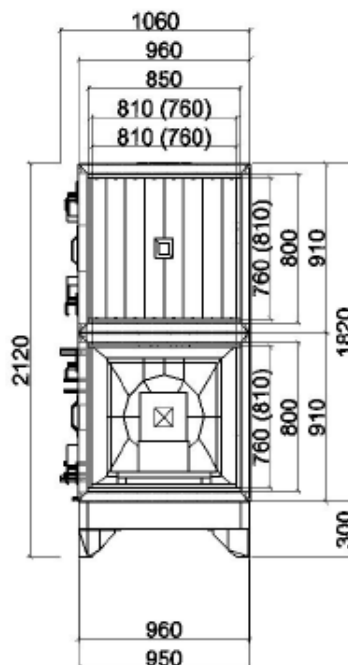
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zleva YZ
02 - jednotka_upravená
X = 1060 mm, Y = 2120 mm



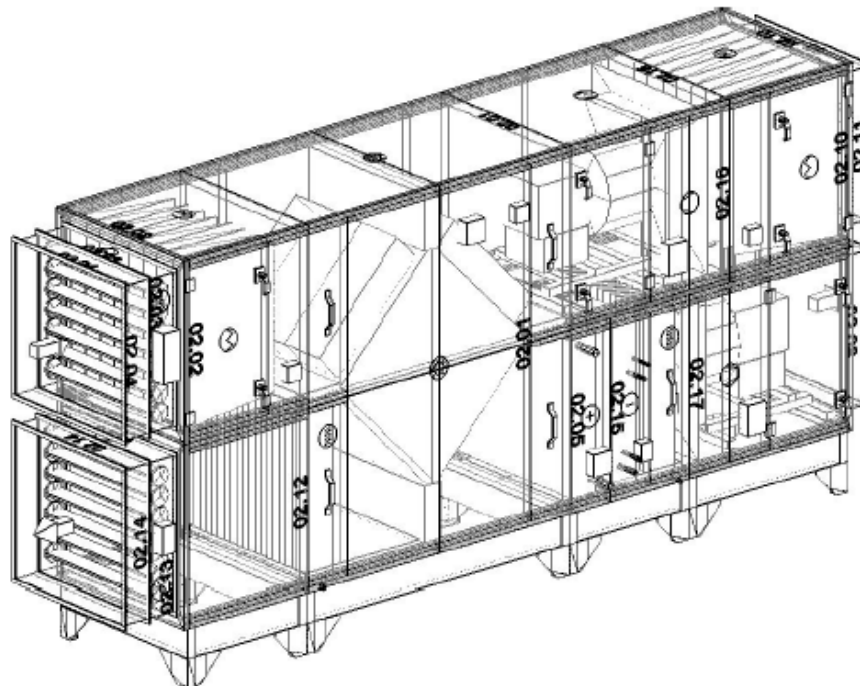
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zprava YZ
02 - jednotka_upravená
X = 1060 mm, Y = 2120 mm



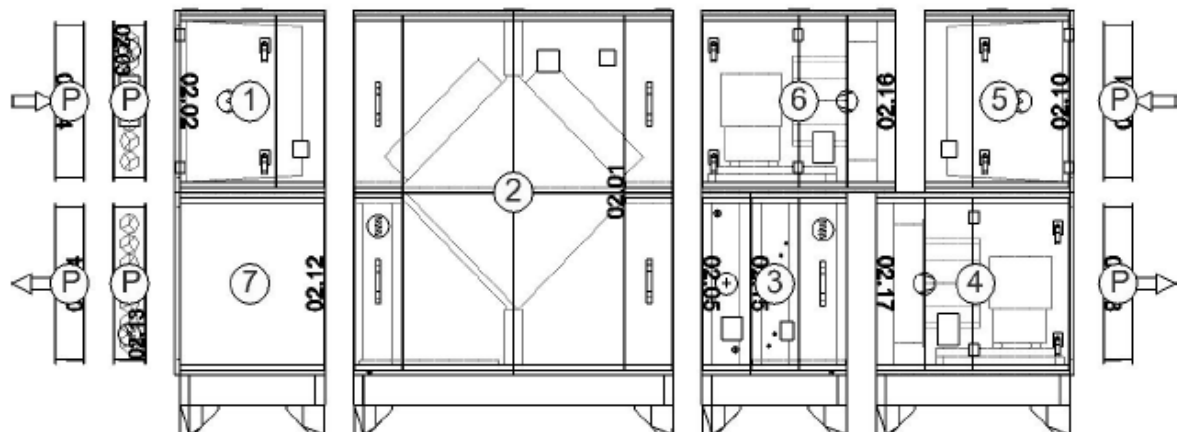
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
02 - jednotka_upravená
X = 4671 mm, Y = 1060 mm, Z = 2120 mm



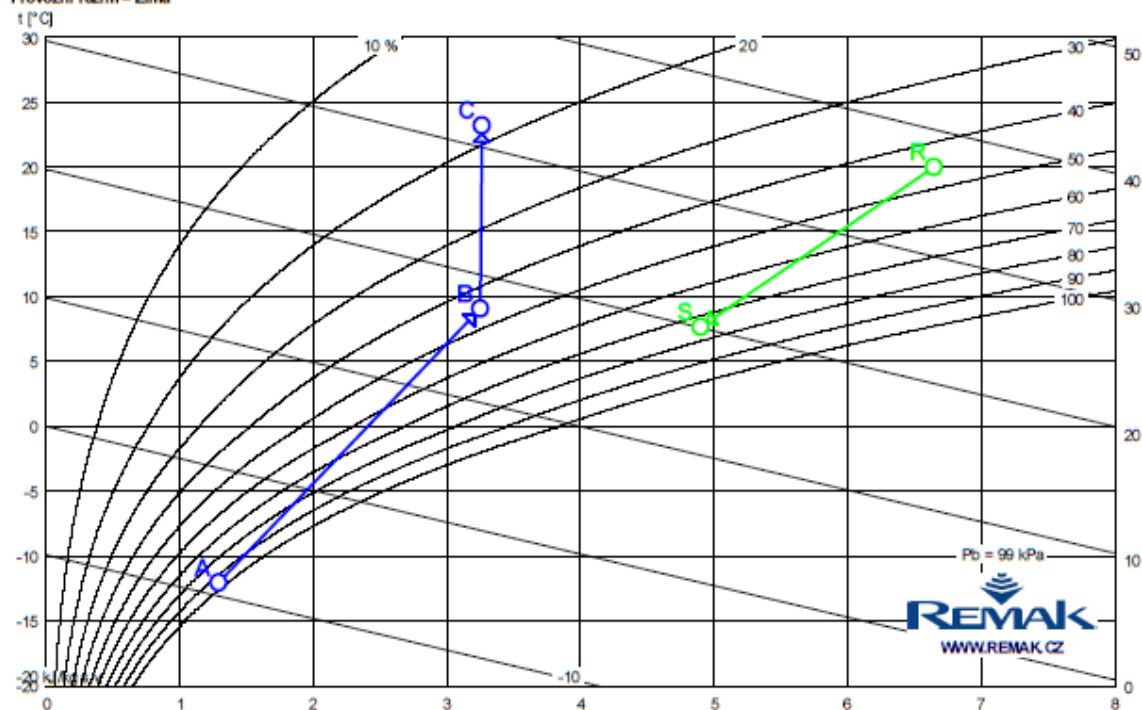
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Bloky
02 - jednotka_upravená
X = 4671 mm, Y = 2120 mm



Psychrometrický diagram

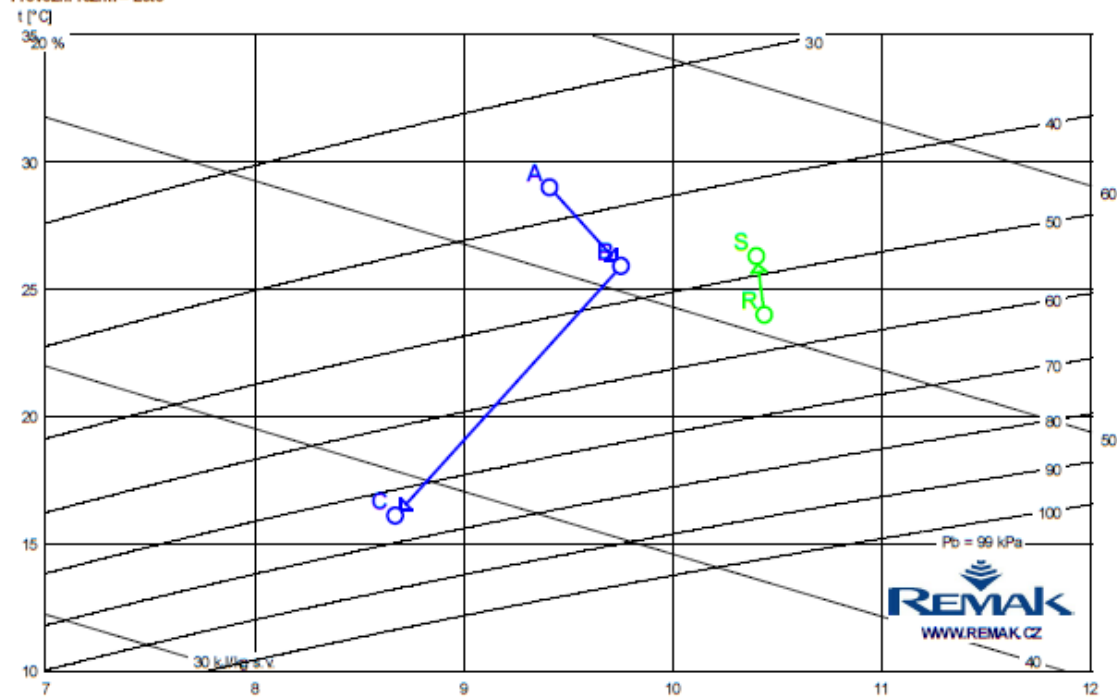
Provozní režim – Zima



Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	02.01	-12.0	95.0	1.3	-8.9	1.33
B		9.1	44.8	3.3	17.4	1.18
C	02.05	23.2	18.3	3.3	31.7	1.17
R	02.01	20.0	45.0	6.7	37.1	1.18
S		7.7	73.3	4.9	20.1	1.18

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Létá



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	02.01	29.0	37.0	9.4	53.3	1.14
B	02.15	25.9	45.9	9.8	51.0	1.17
C		16.1	74.8	8.7	38.2	1.19
R	02.01	24.0	55.0	10.4	50.8	1.16
S		26.3	47.9	10.4	53.1	1.18

Detaily ke komponentům zařízení

02.04 Tlumicí vložka		DV 810-760	
Hmotnost (+10%) [kg]	4	Tlaková ztráta [Pa]	0
02.03 Klapka uzavírací		LK 810-760	
Hmotnost (+10%) [kg]	15	Tlaková ztráta [Pa]	1
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4884	Plocha klapky [m²]	0.62
• Servopohon NF 24A-SR			
02.02 Sekce filtru		XPHO 10/D	
Hmotnost (+10%) [kg]	93	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4884
• Panel čelní - vstup XPK 10/P			
Tlaková ztráta [Pa]	9		
• Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP)			
• Filtrační vložka XPNH 10/5			
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	117	Typ filtru	Kapsový
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	34	Třída filtrace	M5
Rychlost v průřezu [m/s]	2.31	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200

Teplotní odolnost max. [°C]	80	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)			

02.01 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem XPMK 10/BP (SV - 85/W - 67,5)

Hmotnost (+/-10%) [kg]	395	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Teplota [°C]	20.0	24.0
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4884 / 4484	Relativní vlhkost [%]	45	55
Tlaková ztráta [Pa]	111 / 94	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto
Provozovat v období	Zima i léto	Teplota [°C]	7.7	26.3
Vstupní parametry přívodního vzduchu		Relativní vlhkost [%]	73	48
Teplota [°C]	-12.0	Entalpie [kJ/kg]	20.10	53.07
Relativní vlhkost [%]	95	Výkonové parametry	Zima	Léto
Vstupní parametry přívodního vzduchu		Účinnost [%]	48	43
Teplota [°C]	3.5	Výkon [kW]	24.8	-3.5
Relativní vlhkost [%]	30	Označení Hoval	SV - 085W - 67,5	
Entalpie [kJ/kg]	7.29			

• Eliminátor kapek a vana na odvodu XPMU 10

Tlaková ztráta [Pa]	17	Relativní vlhkost [%]	30	42
• Servopohon klapky obtohu NM 24A-SR/D		Vstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Léto
• Snímač namrzání NS 120		Teplota [°C]	9.1	25.9
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300		Relativní vlhkost [%]	45	46
• Směšování XPMIX 10		Entalpie [kJ/kg]	17.42	51.02
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	7400 / 2516			
Tlaková ztráta [Pa]	8 / 0			
Procento cirkulačního vzduchu [%]	34			
Vstupní parametry přívodního vzduchu				
Teplota [°C]	3.5			

• Servopohon směšování NM 24A-SR

02.05 Sekce ohřivače XPTV 10

Hmotnost (+/-10%) [kg]	57	Připojení médií	Zprava	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m3/h]	7400	
• Vodní ohřivač XPNC 10/2R				
Tlaková ztráta [Pa]	73	Relativní vlhkost [%]	18	46
Dimenzovat na podmínky	Zima	Entalpie [kJ/kg]	31.73	51.02
Teplotné médium	Voda	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	37	
Vstupní teplota média [°C]	70	Topný výkon (skutečný) [kW]	35.8	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	50	Průtok topného média [m3/h]	0.95	
Vstupní parametry vzduchu		Tlaková ztráta média [kPa]	1.2	
Teplota [°C]	Zima 9.1	Počet řad	2	
Relativní vlhkost [%]	45	Počet okruhů	1	
Vstupní parametry vzduchu		Rozteč lamel [mm]	2.1	
Teplota [°C]	Zima 23.2	Průměr připojení ["]	1	

• Směšovací uzel SUMX 2.5 (2)

• Protimrazové čidlo NS 130 R

02.15 Sekce chladič, eliminátor XPQU 10/F

Hmotnost (+/-10%) [kg]	94	Připojení médií	Zprava	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m3/h]	7400	
Servisní přístup	Zprava			
• Plyný výparník / kondenzátor XPNF 10/4RT				
Tlaková ztráta [Pa]	145	Výkonové parametry	Zima	Léto
Provozovat v období	Léto	Výkon [kW]		29.9
Teplotné médium	Freon R407C (Mix)	Množství kondenzátu [kg/h]		8.9
Teplota vypařování [°C]	5	Hmotnostní průtok média [kg/h]		698
Vstupní parametry vzduchu	Zima	Léto		19.2
Teplota [°C]	23.2	Počet řad	4	
Relativní vlhkost [%]	18	Počet okruhů	2 (dělení v poměru 1:1)	
Vstupní parametry vzduchu	Zima	Léto		2.5
Teplota [°C]	23.2	Rozteč lamel [mm]		22
Relativní vlhkost [%]	18	Průměr připojení páry		16
Entalpie [kJ/kg]	31.73	Průměr připojení kondenzátu		

• Eliminátor kapek XPMU 10

Tlaková ztráta [Pa]	46
---------------------	----

• Kapilárový termostát CAP 2M_XP

• Souprava pro odvod kondenzátu XPOD 300

02.17 Sekce ventilátoru XPAP 10/S

Hmotnost (+/-10%) [kg]	158	Servisní přístup	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	7400
• Panel čelní - výtlak XPK 10/P			
Tlaková ztráta [Pa]	19		
• Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP)			

• Ventilátor XPVP 450-3,0/79-J4 (IE2)

Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	800	Převod	Přímý
Statický tlak [Pa]	800	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	2,30	Výkon motoru nom. [W]	3000
Účinnost [%]	77	Proud max. [A]	6,39
Elektrický příkon [kW]	2,74	Pracovní teplota max. [°C]	40
Rychlost v průřezu [m/s]	2,95	Počet pólů	4
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty	Ano
Pracovní frekvence [Hz]	73	Třída účinnosti motoru	IE2

• Regulator výkonu XPFM 3.0 (IP21)

02.08 Tlumič vložka	DV 810-760
----------------------------	-------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	4	Tlaková ztráta [Pa]	0
----------------------	---	---------------------	---

02.11 Tlumič vložka	DV 810-760
----------------------------	-------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	4	Tlaková ztráta [Pa]	0
----------------------	---	---------------------	---

02.10 Sekce filtru	XPHO 10/D
---------------------------	------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	93	Service přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	7000

• Panel čelní - vstup XPK 10/P

Tlaková ztráta [Pa]	17
---------------------	----

• Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP)

• Filtrační vložka XPNH 10/5

Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	128	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	56	Teplotní odolnost max. [°C]	80
Typ filtru	Kapsový	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný
Třída filtrace	M5		

• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)

02.16 Sekce ventilátoru	XPAP 10/S
--------------------------------	------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	137	Service přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	7000

• Ventilátor XPVP 400-2,2/87-J4 (IE2)

Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	522	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Statický tlak [Pa]	522	Výkon motoru nom. [W]	2200
Výkon ventilátoru [kW]	1,69	Proud max. [A]	4,81
Účinnost [%]	70	Pracovní teplota max. [°C]	40
Elektrický příkon [kW]	2,05	Počet pólů	4
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty	Ano
Pracovní frekvence [Hz]	83	Třída účinnosti motoru	IE2
Převod	Přímý		

• Regulator výkonu XPFM 2.2 (IP21)

02.12 Sekce prázdná	XPPJ 10/D
----------------------------	------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	82	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4484
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)		

• Panel čelní - výstup XPK 10/P

Tlaková ztráta [Pa]	8
---------------------	---

• Montážní sada panelu XPK 10/P (MSP)

02.13 Klapka uzavírací	LK 810-760
-------------------------------	-------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	14	Tlaková ztráta [Pa]	1
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4484	Plocha klapky [m²]	0,62

• Servopohon NM 24A-SR

02.14 Tlumič vložka	DV 810-760
----------------------------	-------------------

Hmotnost (+10%) [kg]	4	Tlaková ztráta [Pa]	0
----------------------	---	---------------------	---

Doplňky	Počet	Kód
02.XX Spojovací sada	2 ks	XPSS 10/M
02.XX Spojovací sada	1 ks	XPSS 10/V
02.XX Základový rám	1 ks	XPR 10/750-3
pro sekci		02.15 XPQU 10/F
02.XX Základový rám		02.05 XPTV 10
pro sekci	1 ks	XPR 10/1000-3
02.XX Základový rám		02.17 XPAP 10/S
pro sekci	1 ks	XPR 10/1650-3
02.XX Základový rám		02.01 XPMK 10/BP (SV - 85W - 67,5)
pro sekci	1 ks	XPR 10/750-3
02.XX Základový rám		02.12 XPPJ 10/D
pro sekci		

Výrobní (přepravní) bloky sekci	
---------------------------------	--

Blok sekci	151,6 kg
pro sekci	02.15 XPQU 10/F
pro sekci	02.05 XPTV 10

SQUASHOVÉ KURTY

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Čzech Republic
http://www.remak.cz



ID nabídky:

Číslo projektu

2

Název projektu

squashové kurty

Související obchodně technická dokumentace *

Sestavné jednotky AeroMaster XP (návod na montáž a obsluhu) 08/2013
NS 120
NS 130 10/2008
Snímač tlakové diference FB3 (návod)
Montážní návod SUMX - doplněk montážního návodu Vento 01/2009
Příručka měniče VLT HVAC Basic Drive FC 101
* Aktuální verze níže uvedených dokumentů je dostupná na www.remak.eu

Chyby projektu

Některé zařízení není oceněno, nelze udělat soubet ocen za projekt

Číslo zařízení 02 Název zařízení squash

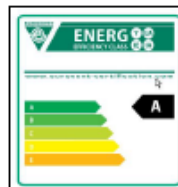
Určení jednotky Standardní prostředí

Popis zařízení *

SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA
- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713-1
- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)
- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C
- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm
- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací
- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L2 resp. L1, T3, TB3
- zvuková neprůzvučnost pláště R_w=43 dB
- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TÜV SÜD Czech
- certifikát shody dle GOST R
- vyvíjeno a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001
* Další informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. Související obchodně technická dokumentace

Druh, rozměr
Model box
Hmotnost zařízení

AeroMaster XP 04
AMX P3
662 kg



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	18 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 65
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350 / 2350	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	388 / 161
Rychlost v průřezu [m/s]	2.38 / 2.38	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	23 / 18
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	300 / 290	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	27 / 78
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod) *

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	6 / 0
Příkon ventilátorů [kW]	0.82 / 0.69	Součtové výkony pro chlazení [kW]	9 / 0
Specifický výkon zařízení [SFP _{z, vst} W·h ⁻¹ ·s]	2158	Výkon zpětného získání tepla [kW]	3

*Návrh s účinnou kondenzací

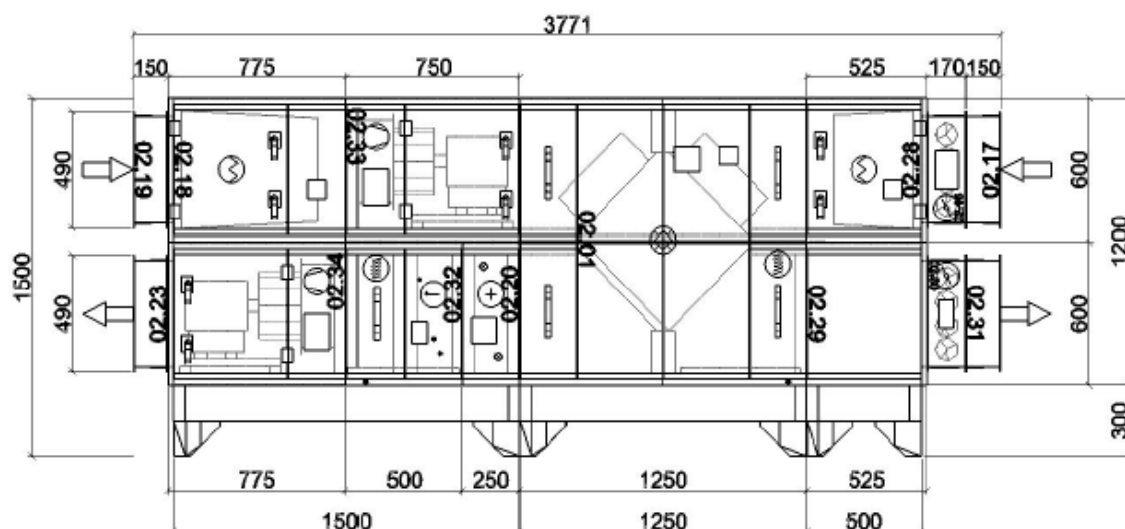
Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akust. výkonu v oktávových pásmech L _{WA,okt} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA}
Vstup	41.9	55.7	65.3	68.8	66.1	59.5	53.1	45.5	72.2
Výstup	46.9	61.7	74.3	80.8	81.1	78.5	74.1	67.5	85.8
Okolí	39.9	45.6	55.2	53.8	51.4	48.3	44.8	34.3	59.3

Odvod	Hladiny akust. výkonu v oktávových pásmech L _{WA,okt} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA}
Vstup	42.5	57.2	69.7	75.1	74.2	69.6	64.1	57.6	79.1
Výstup	44.5	59.2	69.7	74.1	73.2	69.6	65.1	58.6	78.5
Okolí	38.5	44.1	53.6	52.1	49.5	46.4	42.8	32.4	57.6

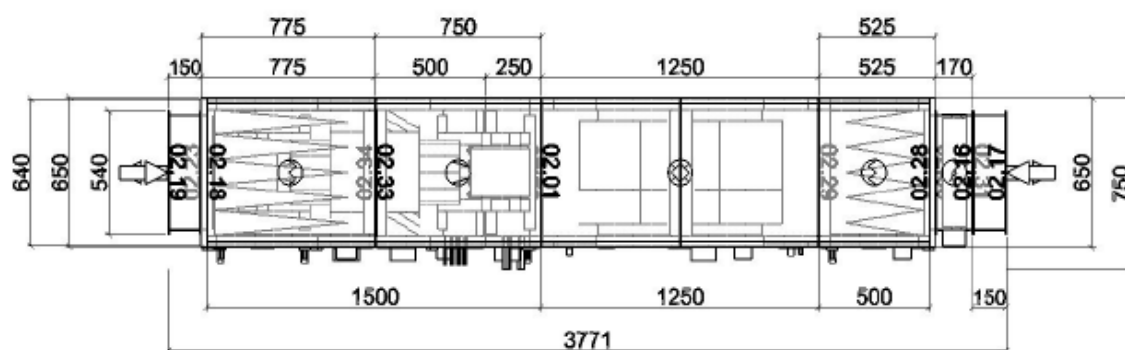
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zepředu XZ
02 - v. upravená
X = 3771 mm, Y = 1500 mm



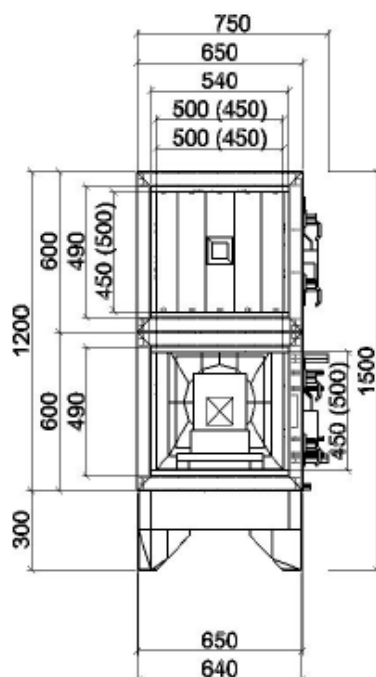
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Shora XY
02 - v. upravená
X = 3771 mm, Y = 750 mm



Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zleva YZ
02 - v_upravená
X = 750 mm, Y = 1500 mm



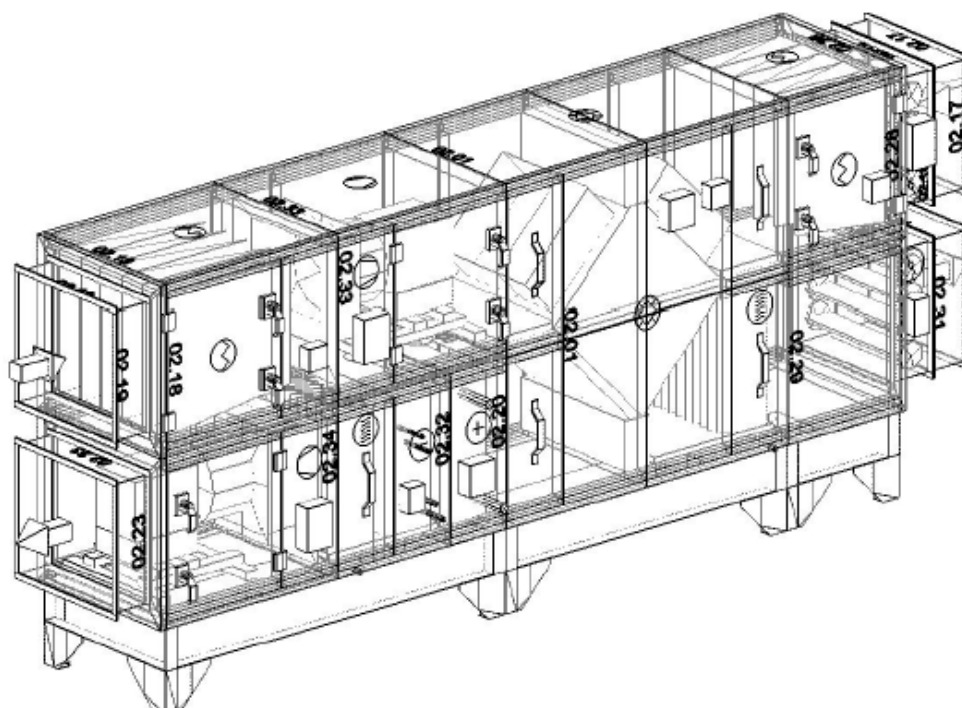
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zprava YZ
02 - v_upravená
X = 750 mm, Y = 1500 mm



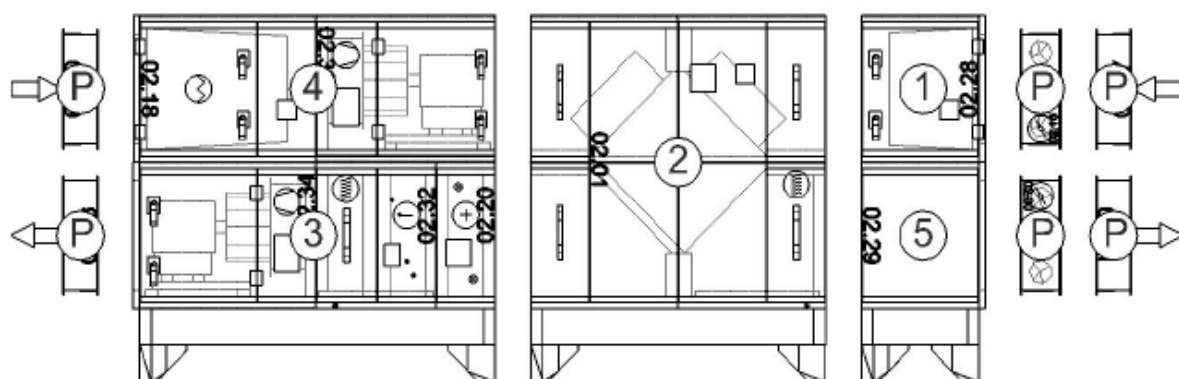
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
02 - v. upravená
X = 3771 mm, Y = 750 mm, Z = 1500 mm



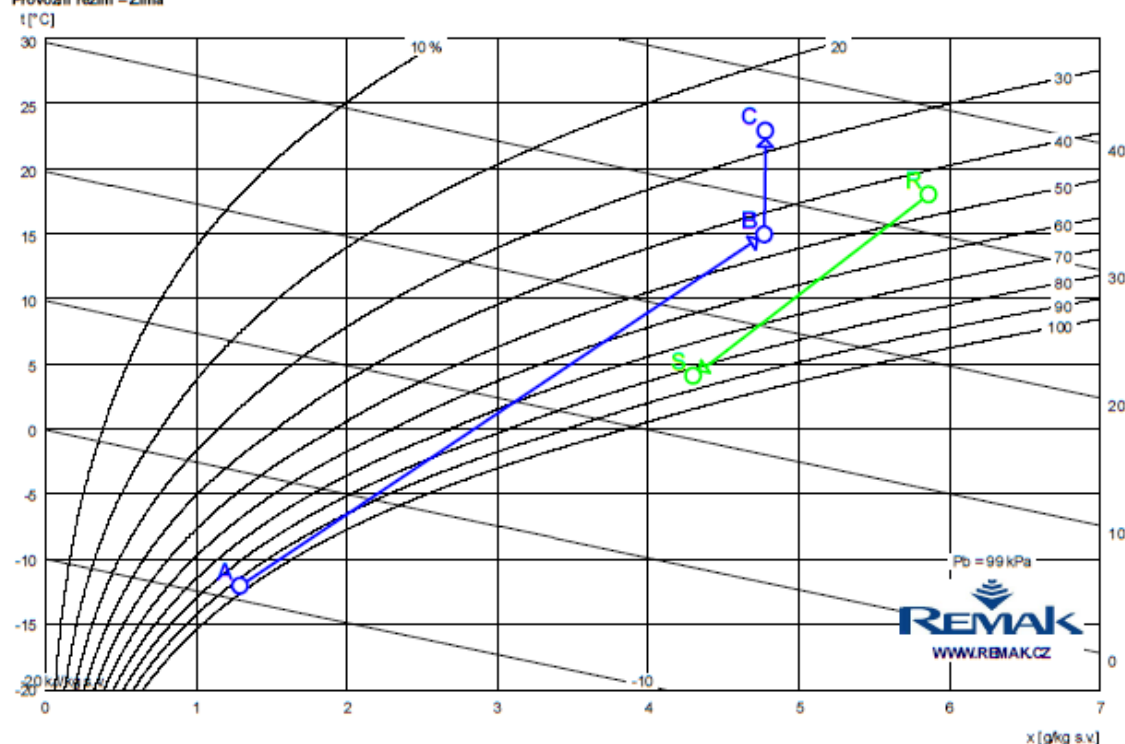
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Bloky
02 - v. upravená
X = 3771 mm, Y = 1500 mm



Psychrometrický diagram

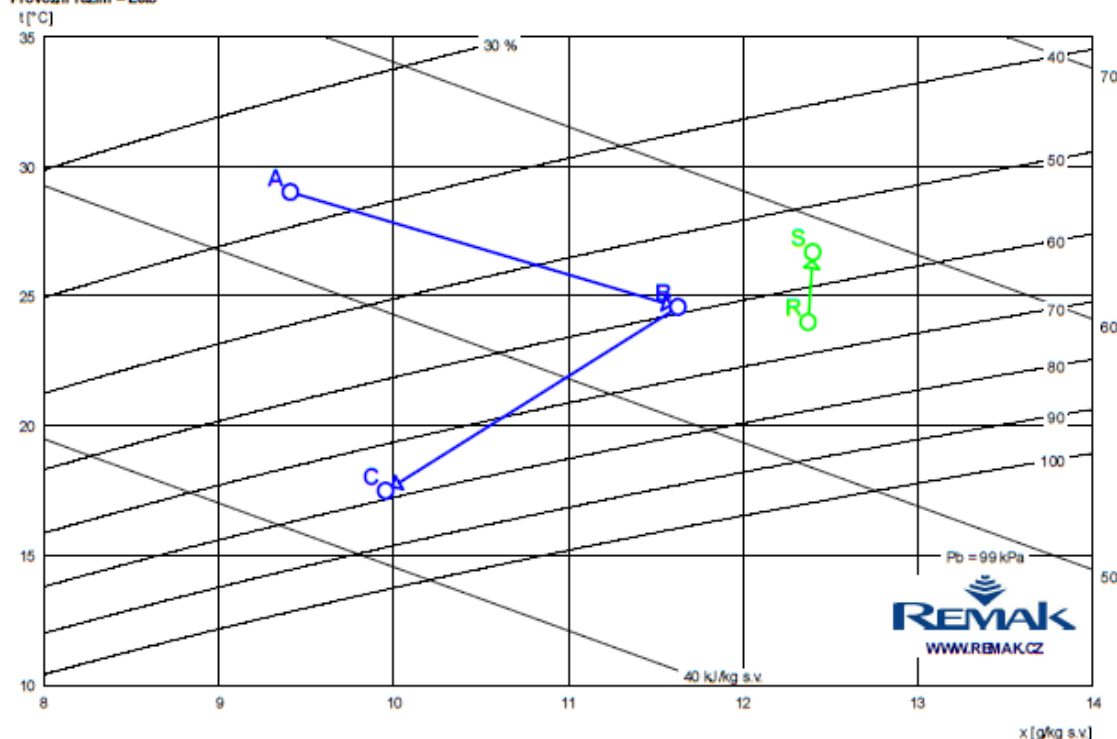
Provozní režim – Zima



Bod	Pozice	x [g/kg s.v.]				
		Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	02.01	-12.0	95.0	1.3	-8.9	1.33
B		14.9	44.6	4.8	27.2	1.18
C	02.20	22.9	27.2	4.8	35.3	1.17
R	02.01	18.0	45.0	5.9	33.0	1.19
S		4.1	83.2	4.3	14.9	1.18

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Létá



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	02.01	29.0	37.0	9.4	53.3	1.14
B		24.6	59.1	11.6	54.4	1.16
C	02.32	17.5	78.4	10.0	42.9	1.18
R	02.01	24.0	65.0	12.4	55.7	1.16
S		26.7	55.3	12.4	58.6	1.18

Detaily ke komponentům zařízení

02.17 Tlumičí vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0
02.16 Klapka uzavírací		LK 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	9	Tlaková ztráta [Pa]	0
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	588	Plocha klapky [m²]	0.23
• Servopohon LF 24SR			
02.28 Sekce filtru		XPHO 04/S	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	41	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	588
• Panel čelní - vstup XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	1		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSF)			
• Filtrační vložka XPNH 04/5 (K)			
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	111	Typ filtru	Kapsový
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	21	Třída filtrace	M5
Rychlost v průřezu [m/s]	0.72	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200

Sestava: 01 Standardní nabídka vzduchotechniky a regulace
Soubor: D:\škola\FAST\bakalářka\jednotky\2_squash\gaus.hrmik
AeroCAD verze 6.2.18, licence ACU000786, uživatel Tereza Vacková - FAST VUT

Strana: 6/9
Tisk: 07.05.2015, 13:23
Projekt vytvořen: 29.11.2014, 18:04

Teplotní odolnost max. [°C] 70 Regenerovatelnost Neregenerovatelný

• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)

02.01 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem XPMK 04/BP (SV - 60/W - 43,5)

Hmotnost (+/-10%) [kg]	192	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Teplota [°C]	18,0	24,0
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	588 / 588	Relativní vlhkost [%]	45	65
Tlaková ztráta [Pa]	12 / 12	Vstupní parametry odvodního vzduchu	Zima	Léto
Provozovat v období	Zima i léto	Teplota [°C]	4,1	26,7
Vstupní parametry přívodního vzduchu		Relativní vlhkost [%]	83	55
Teplota [°C]	-12,0	Enthalpie [kJ/kg]	14,92	58,58
Relativní vlhkost [%]	95	Výkonové parametry	Zima	Léto
Výstupní parametry přívodního vzduchu		Účinnost [%]	59	55
Teplota [°C]	5,8	Výkon [kW]	3,4	-0,5
Relativní vlhkost [%]	25	Označení Hoval	SV - 060/W - 43,5	
Enthalpie [kJ/kg]	9,62			

• Eliminátor kapek a vana na odvodu XPNU 04

Tlaková ztráta [Pa]	2	Relativní vlhkost [%]	25	43
• Servopohon klapky obtoku NM 24A-SR/D		Vstupní parametry přívodního vzduchu	Zima	Léto
• Snímač namrzání NS 120		Teplota [°C]	14,9	24,6
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300		Relativní vlhkost [%]	45	59
• Směšování XPMIX 04		Enthalpie [kJ/kg]	27,18	54,42
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350 / 1763			
Tlaková ztráta [Pa]	11 / 0			
Procento cirkulačního vzduchu [%]	75			
Vstupní parametry přívodního vzduchu				
Teplota [°C]	5,8			

• Servopohon směšování LMC 24A-SR

02.20 Sekce ohřivače XPTV 04

Hmotnost (+/-10%) [kg]	31	Připojení médií	Zleva	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350	
• Vodní ohřivač XPNC 04/2R				
Tlaková ztráta [Pa]	64	Relativní vlhkost [%]	27	59
Dimenzovat na podmínky	Zima	Enthalpie [kJ/kg]	35,28	54,42
Teplonosné médium	Voda	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	32	
Vstupní teplota média [°C]	70	Topný výkon (skutečný) [kW]	6,3	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	50	Průtok teplonosného média [m³/h]	0,14	
Vstupní parametry vzduchu		Tlaková ztráta média [kPa]	0,4	
Teplota [°C]	14,9	Počet řad	2	
Relativní vlhkost [%]	45	Počet okruhů	1	
Výstupní parametry vzduchu		Rozteč lamel [mm]	2,1	
Teplota [°C]	22,9	Průměr připojení ["]	1	

• Směšovací uzel SUMX 1 (1)

• Protimrazové tědlo NS 130 R

02.32 Sekce chladič, eliminátor XPQU 04/F

Hmotnost (+/-10%) [kg]	53	Připojení médií	Zleva	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350	
Servisní přístup	Zleva			
• Příčný výpustník / kondenzátor XPNF 04/4RT				
Tlaková ztráta [Pa]	146	Výkonové parametry	Zima	Léto
Provozovat v období	Léto	Výkon [kW]		8,5
Teplonosné médium	Freon R407C (Mix)	Množství kondenzátu [kg/h]		4,4
Teplota vypařování [°C]	5	Hmotnostní průtok média [kg/h]		200
Vstupní parametry vzduchu		Tlaková ztráta média [kPa]		7,5
Teplota [°C]	22,9	Počet řad	4	
Relativní vlhkost [%]	27	Počet okruhů	2 (dělení v poměru 1:1)	
Výstupní parametry vzduchu		Rozteč lamel [mm]	2,5	
Teplota [°C]	22,9	Průměr připojení páry	16	
Relativní vlhkost [%]	27	Průměr připojení kondenzátu	12	
Enthalpie [kJ/kg]	35,28			

• Eliminátor kapek XPNU 04

Tlaková ztráta [Pa]	30			
• Kapilární termostat CAP 2M_XP				
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300				

02.34 Sekce ventilátoru XPAP 04/S

Hmotnost (+/-10%) [kg]	72	Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350	
• Panel čelní - výtlačk XPK 04/P				
Tlaková ztráta [Pa]	13			
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSF)				
• Ventilátor XPVP 250-0,75/4-J2 (IE2)				

Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	688	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Statický tlak [Pa]	688	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.63	Výkon motoru nom. [W]	750
Účinnost [%]	77	Proud max. [A]	11.60
Elektrický příkon [kW]	0.82	Pracovní teplota max. [°C]	40
Rychlost v průřezu [m/s]	2.37	Počet pólů	2
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty	Ano
Pracovní frekvence [Hz]	61	Třída účinnosti motoru	IE2
Převod	Přímý		
• Regulátor výkonu XPFM 0.75 (IP21) 1x230V			
02.23 Tlumič vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0
02.19 Tlumič vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0
02.18 Sekce filtru		XPHO 04/D	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	57	Senzor přístupu	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350
• Panel čelní - vstup XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	13		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)			
• Filtrační vložka XPNH 04/5			
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	122	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	45	Teplotní odolnost max. [°C]	80
Typ filtru	Kapsový	Regenerovatelnost	Naregenerovatelný
Třída filtrace	M5		
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)			
02.33 Sekce ventilátoru		XPAP 04/S	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	68	Senzor přístupu	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2350
• Ventilátor XPVP 250-0,75/64-J2 (IE2)			
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	451	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Statický tlak [Pa]	451	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.46	Výkon motoru nom. [W]	750
Účinnost [%]	73	Proud max. [A]	11.60
Elektrický příkon [kW]	0.59	Pracovní teplota max. [°C]	40
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Počet pólů	2
Pracovní frekvence [Hz]	56	Termokontakty	Ano
Převod	Přímý	Třída účinnosti motoru	IE2
• Regulátor výkonu XPFM 0.75 (IP21) 1x230V			
02.29 Sekce prázdná		XPJP 04/S	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	37	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	588
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)		
• Panel čelní - výstup XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	1		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)			
02.30 Klapka uzavírací		LK 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	8	Tlaková ztráta [Pa]	0
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	588	Procha klapek [m²]	0.23
• Servopohon LMC 24A-SR			
02.31 Tlumič vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0
Doplňky			
		Počet	Kód
02_XX	Spojovací sada	1 ks	XPSM0-S0
02_XX	Spojovací sada	3 ks	XPSS004-S-V
02_XX	Základový rám	1 ks	XPROS0415003P
	pro sekci		
	02.34 XPAP 04/S		
	02.32 XPQJ 04/F		
	02.20 XPTV 04		
02_XX	Základový rám	1 ks	XPROS0412503P
	pro sekci		
	02.01 XPMK 04/8P (SV - 60W - 43,5)		
02_XX	Základový rám	1 ks	XPROS0405003P
	pro sekci		
	02.29 XPJP 04/S		
Výrobní (přepravní) bloky sekci			

Blok sekci		156.8 kg
pro sekci	02.34	XPAP 04/S
pro sekci	02.32	XPQU 04/F
pro sekci	02.20	XPTV 04
Blok sekci		124.9 kg
pro sekci	02.33	XPAP 04/S
pro sekci	02.18	XPHO 04/D

HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Česká republika
http://www.remak.cz



ID nabídky:

Číslo projektu 3

Název projektu hygienické zázemí

Související obchodně technická dokumentace *

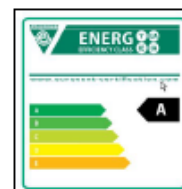
Sestavné jednotky AeroMaster XP (návod na montáž a obsluhu) 08/2013
NS 120
NS 130 10/2008
Snímač tlakové difference P93 (návod)
Montážní návod SUMX - doplněk montážního návodu Vento 01/2009
Příručka měniče VLT HVAC Basic Drive FC 101
* Aktuální verze níže uvedených dokumentů je dostupná na www.remak.eu

Chyby projektu

Některé zařízení není oceněno, nelze udělat součet cen za projekt

Číslo zařízení 02 Název zařízení jednotka_upravená
Určení jednotky Standardní prostředí
Popis zařízení * SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA
- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713-1
- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)
- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C
- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm
- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací
- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L2 resp. L1, T3, TB3
- zvuková neprůzvučnost pláště Rw=43 dB
- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TÜV SÜD Czech
- certifikát shody dle GOST R
- vyrobeno a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001
* Další informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. Související obchodně technická dokumentace

Druh, rozměr AeroMaster XP 04
Model box AMXP3
Hmotnost zařízení 577 kg



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / -	Teplota z místnosti [°C]	24 / -
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / -	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / -
Tlak vzduchu [kPa]	99 / -		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300 / 1700	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	186 / 218
Rychlost v průřezu [m/s]	1.32 / 1.72	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	24 / -
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	190 / 280	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	8 / -
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	6 / 0
Příkon ventilátorů [kW]	0.24 / 0.41	Součtové výkony pro chlazení [kW]	0 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _{1,1kW,3s}	1.379	Výkon zpětného získání tepla [kW]	9

*Návrh s výměm kondenzace

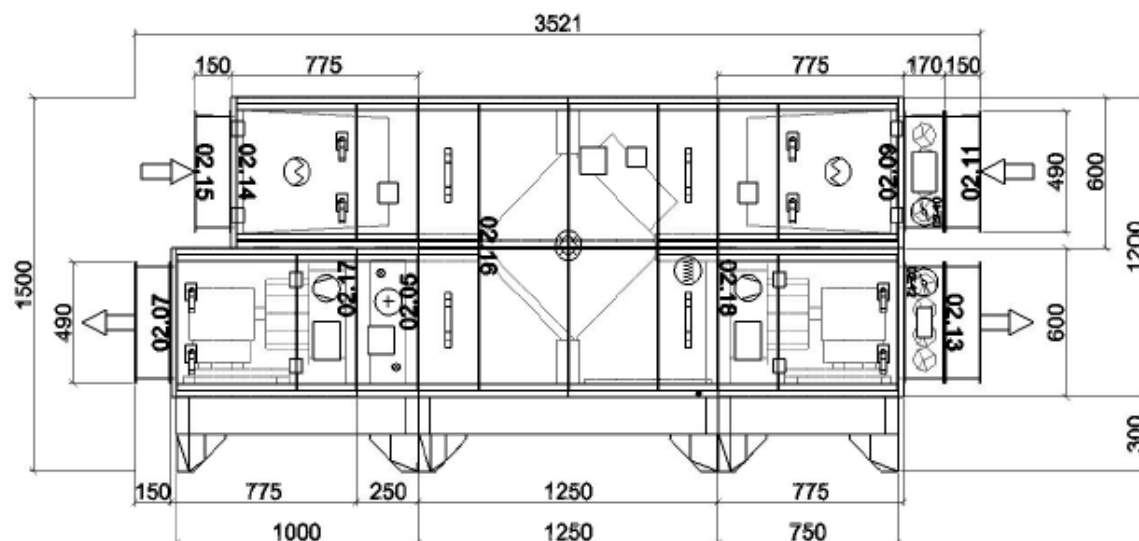
Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akust. výkonu v oktávových pásmech L _{WA,1} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]							
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	34.7	48.0	57.8	61.5	59.0	52.0	45.4	38.8
Výstup	38.7	53.0	64.8	70.5	70.0	62.4	55.8	75.0
Okolí	31.7	36.9	45.7	43.5	40.3	36.8	33.1	22.6

Odvod	Hladiny akust. výkonu v oktávových pásmech L _{WA,1} [dB(A)] a celk. hladina L _{WA} [dB(A)]							
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup	37.9	52.4	63.5	66.4	65.1	59.2	53.6	47.1
Výstup	41.9	56.4	67.5	73.4	72.1	69.2	64.6	58.1
Okolí	34.9	40.3	49.4	47.4	44.4	41.0	37.3	26.9

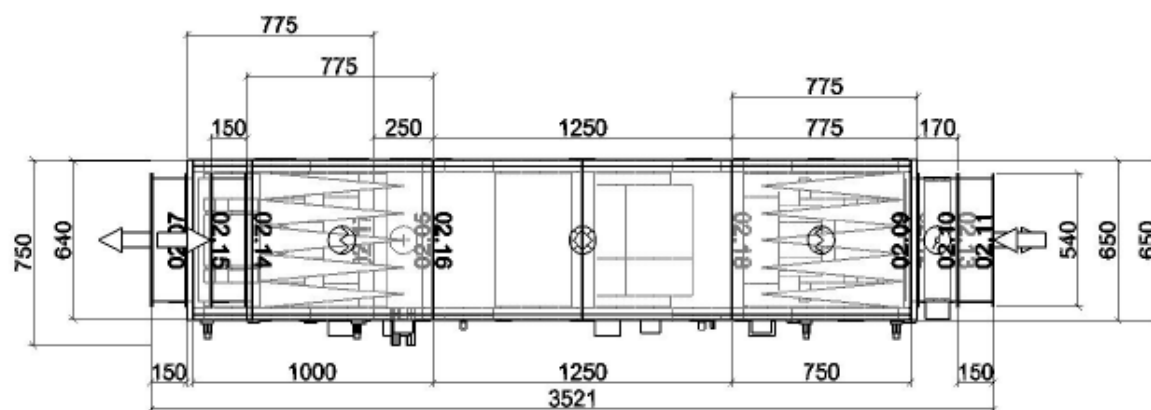
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zepředu XZ
02 - jednotka upravená
X = 3520 mm, Y = 1500 mm



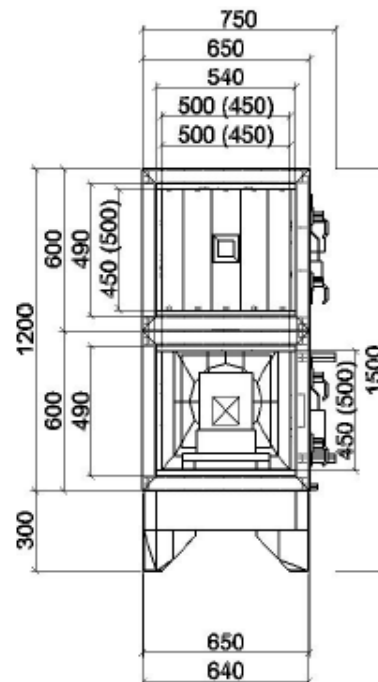
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Shora XY
02 - jednotka upravená
X = 3520 mm, Y = 750 mm



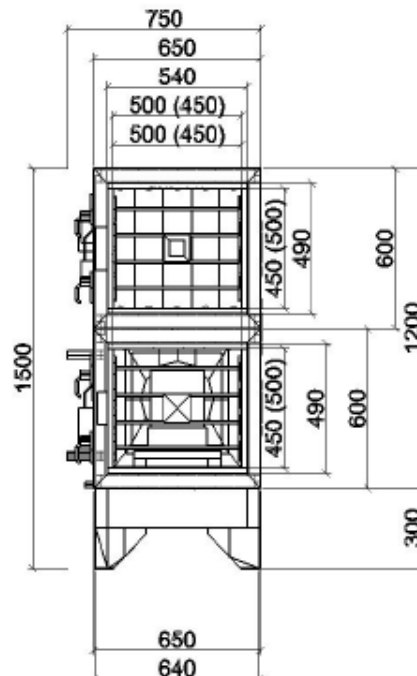
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zleva YZ
02 - jednotka_upravená
X = 750 mm, Y = 1500 mm



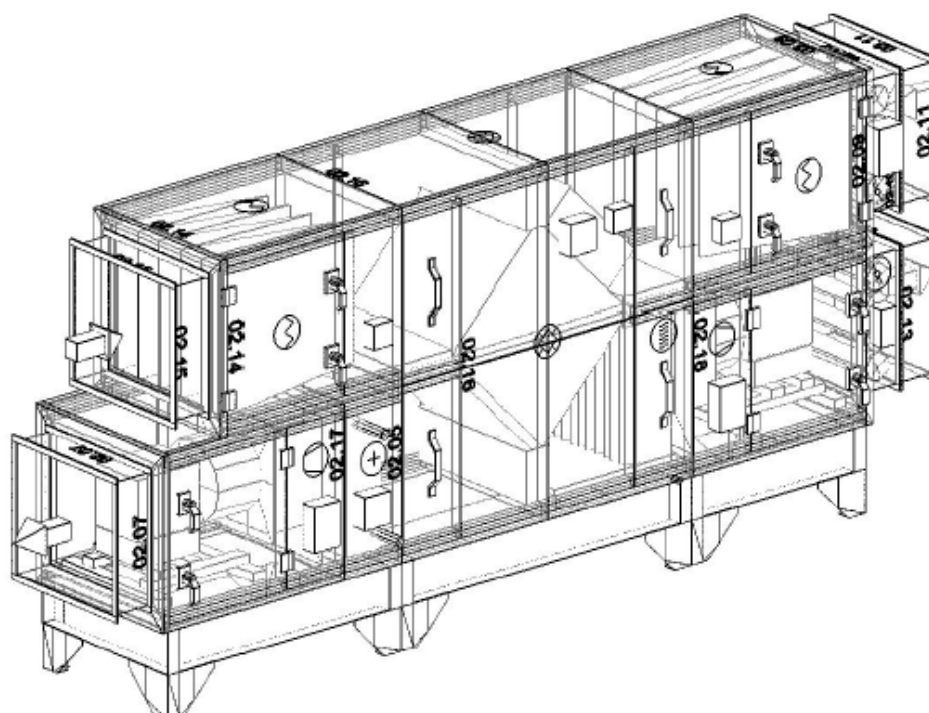
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Zprava YZ
02 - jednotka_upravená
X = 750 mm, Y = 1500 mm



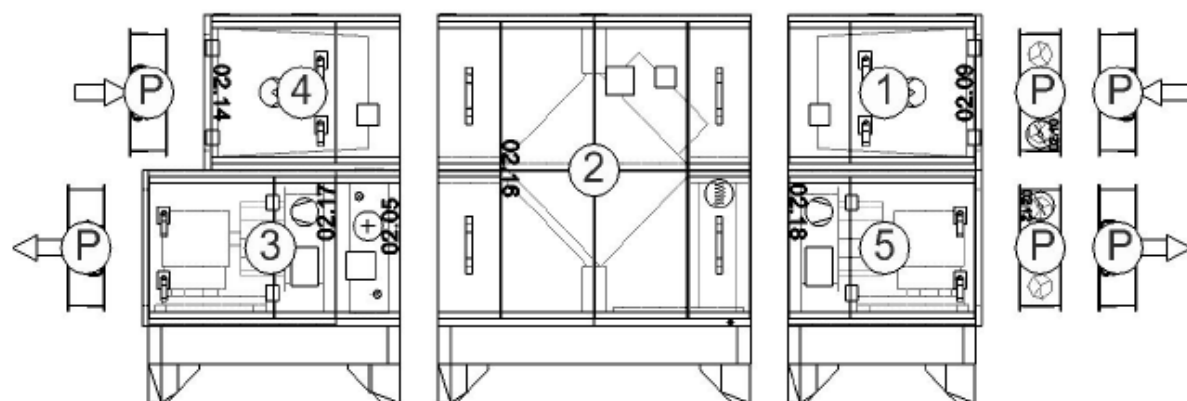
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
02 - jednotka_upravená
X = 3520 mm, Y = 750 mm, Z = 1500 mm



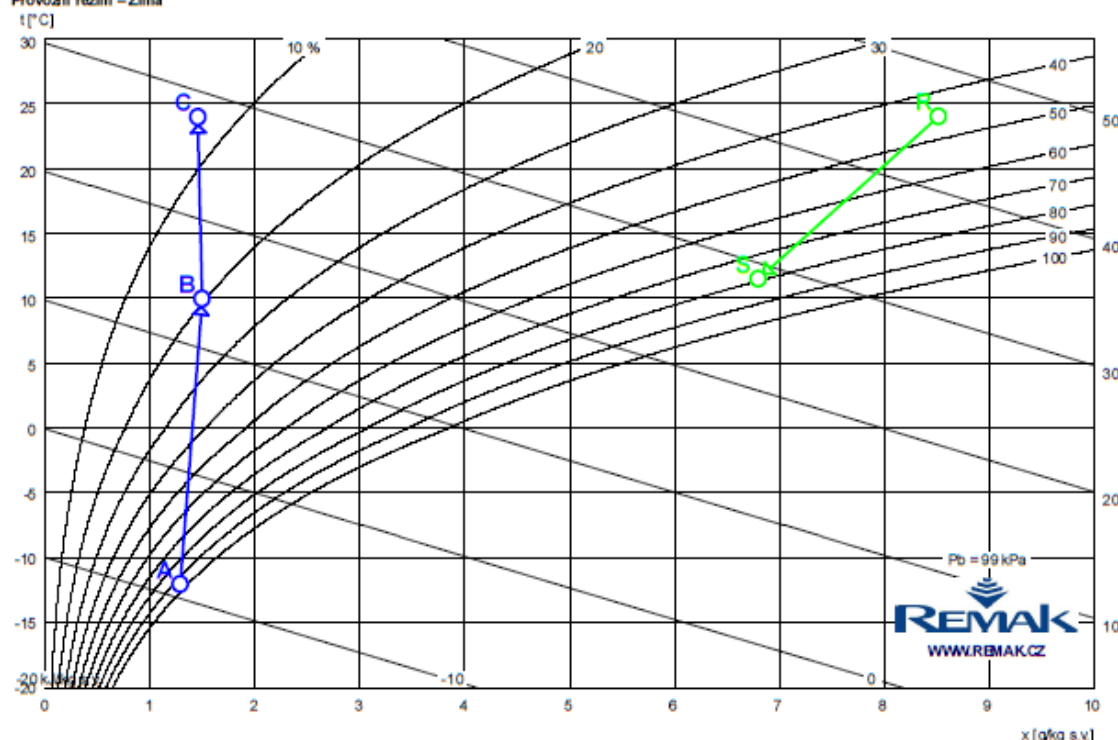
Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

Blíky
02 - jednotka_upravená
X = 3520 mm, Y = 1500 mm



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima



Bod	Pozice	Teplota vzduchu $t [^{\circ}\text{C}]$	Relativní vlhkost $\varphi [\%]$	Měrná vlhkost $x [\text{g/kg}]$	Entalpie $h [\text{kJ/kg}]$	Hustota $\rho [\text{kg/m}^3]$
A	02.16	-12.0	95.0	1.3	-8.9	1.33
B	02.05	10.0	18.9	1.5	13.9	1.18
C		24.0	7.8	1.5	27.9	1.16
R	02.16	24.0	45.0	8.5	45.9	1.16
S		11.5	79.5	6.8	28.8	1.18

Detaily ke komponentům zařízení

02.11 Tlumicí vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0
02.10 Klapka uzavírací		LK 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	9	Tlaková ztráta [Pa]	0
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300	Plocha klapky [m²]	0.23
• Servopohon LF24			
02.09 Sekce filtru		XPHO 04/D	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	57	Servisní přístup	Zleva
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300
• Panel čelní - vstup XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	5		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSR)			
• Filtrační vložka XPNH 04/5			
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	110	Typ filtru	Kapsový
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	20	Třída filtrace	M5
Rychlost v průřezu [m/s]	1.60	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200

Sestava: 01 Standardní nabídka vzduchotechniky a regulace
Soubor: D:\škola\FAST\skola\skola\jednotky\3_hygienické_zázemí\vyglena.rmk
AeroCAD verze 6.2.18, licence ACU000786, uživatel Tereza Vacková - FAST VUT

Strana: 5/7
Tisk: 08.05.2015 21:04
Projekt vytvořen: 28.12.2014 16:11

Teplotní odolnost max. [°C]		80	Regenerativnost	Neregenerativní
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)				
02.16 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem		XPMK 04/BP (SV - 60/W - 43,5)		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	186	Vstupní parametry odvodního vzduchu	<u>Zima</u>	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Teplota [°C]	24,0	
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300 / 1700	Relativní vlhkost [%]	45	
Tlaková ztráta [Pa]	42 / 73	Výstupní parametry odvodního vzduchu	<u>Zima</u>	
Provozovat v období	<u>Zima</u>	Teplota [°C]	11,5	
Vstupní parametry přívodního vzduchu	<u>Zima</u>	Relativní vlhkost [%]	80	
Teplota [°C]	-12,0	Entalpie [kJ/kg]	28,76	
Relativní vlhkost [%]	95	<u>Výkonové parametry</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Výstupní parametry přívodního vzduchu	<u>Zima</u>	Účinnost [%]	61	
Teplota [°C]	10,0	Výkon [kW]	9,4	
Relativní vlhkost [%]	19	Označení Hoví	SV - 060/W - 43,5	
Entalpie [kJ/kg]	13,88			
• Eliminátor kapek a vana na odvodu XPNU 04				
Tlaková ztráta [Pa]	16			
• Servopohon klapky obtoku NM 24A-SR/D				
• Snímač namrzání NS 120				
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300				
02.05 Sekce ohřivače		XPTV 04		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	31	Připojení médií	<u>Zleva</u>	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300	
• Vodní ohřivač XPNC 04/2R				
Tlaková ztráta [Pa]	24	Relativní vlhkost [%]	8	
Dimenzovat na podmínky	<u>Zima</u>	Entalpie [kJ/kg]	27,95	
Teplonosné médium	Voda	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	33	
Vstupní teplota média [°C]	70	Topný výkon (skutečný) [kW]	6,2	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	50	Průtok teplosnosného média [m³/h]	0,15	
Vstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u>	Tlaková ztráta média [kPa]	0,4	
Teplota [°C]	10,0	Počet řad	2	
Relativní vlhkost [%]	19	Počet okruhů	1	
Výstupní parametry vzduchu	<u>Zima</u>	Rozteč lamel [mm]	2,1	
Teplota [°C]	24,0	Průměr připojení ["]	1	
• Směšovací uzel SUMX 1 (1)				
• Protimrazové čidlo NS 130 R				
02.17 Sekce ventilátoru		XPAP 04/S		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	75	Senízení přístupu	<u>Zleva</u>	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1300	
• Panel čelní - výtlak XPK 04/P				
Tlaková ztráta [Pa]	5			
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)				
• Ventilátor XPVP 280-0,75/53-J2 (IE2)				
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	376	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Statický tlak [Pa]	376	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	
Výkon ventilátoru [kW]	0,19	Výkon motoru nom. [W]	750	
Účinnost [%]	75	Proud max. [A]	11,60	
Elektrický příkon [kW]	0,24	Pracovní teplota max. [°C]	40	
Rychlost v průřezu [m/s]	1,31	Počet pólů	2	
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty	Ano	
Pracovní frekvence [Hz]	34	Třída účinnosti motoru	IE2	
Převod	Přímý			
• Regulátor výkonu XPFM 0,75 (IP21) 1x230V				
02.07 Tlumič vložka		DV 500-450		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0	
02.15 Tlumič vložka		DV 500-450		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0	
02.14 Sekce filtru		XPHO 04/D		
Hmotnost (+/-10%) [kg]	57	Senízení přístupu	<u>Zprava</u>	
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1700	
• Panel čelní - vstup XPK 04/P				
Tlaková ztráta [Pa]	7			
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)				
• Filtrační vložka XPHH 04/5				
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	114	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200	
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	28	Teplotní odolnost max. [°C]	80	
Typ filtru	Kapový	Regenerativnost	Neregenerativní	
Třída filtrace	M5			

• Sřimáč tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)

02.18 Sekce ventilátoru		XPAP 04/S	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	75	Senízení přístupu	Zprava
Materiál vnějšího pláště	Lakovaný plech (RAL 9002)	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1700
• Panel čelní - výtlač XPK 04/P			
Tlaková ztráta [Pa]	7		
• Montážní sada panelu XPK 04/P (MSP)			
• Ventilátor XPVP 280-0,75/53-J2 (IE2)			
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	498	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Statický tlak [Pa]	498	Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	0.32	Výkon motoru nom. [W]	750
Účinnost [%]	77	Proud max. [A]	11.60
Elektrický příkon [kW]	0.41	Pracovní teplota max. [°C]	40
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Počet pólů	2
Pracovní frekvence [Hz]	40	Termokontakty	Ano
Převod	Přímý	Třída účinnosti motoru	IE2
• Regulátor výkonu XPFM 0.75 (IP21) 1x230V			

02.12 Klapka uzavírací		LK 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	8	Tlaková ztráta [Pa]	1
Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1700	Plocha klapky [m²]	0.23
• Servopohon LM 24A			

02.13 Tlumič vložka		DV 500-450	
Hmotnost (+/-10%) [kg]	3	Tlaková ztráta [Pa]	0

Doplňky		Počet		Kód
02.XX	Spojovací sada	XPSP/S-0	1 ks	XPSP0-S0
02.XX	Spojovací sada	XPSS 04/V	1 ks	XPSS004-S-V
02.XX	Základový rám pro sekci	XPR 04/1000-3	1 ks	XPROS0410003P
		02.17 XPAP 04/S		
02.XX	Základový rám pro sekci	XPTV 04		
		XPR 04/1250-3	1 ks	XPROS0412503P
02.XX	Základový rám pro sekci	02.16 XPMK 04/BP (SV - 60W - 43,5)		
		XPR 04/750-3	1 ks	XPROS0407503P
02.XX	Základový rám pro sekci	02.18 XPAP 04/S		

Výrobní (přepavní) bloky sekcí	
Blok sekcí	106.5 kg
pro sekci	02.17 XPAP 04/S
pro sekci	02.05 XPTV 04

11. Útlum hluku

Při výpočtu byly použity následující vzorce:

Součtová hladina frekvencí a sčítání zdrojů hluku

$$L_s = 10 \log(10^{(0,1 \cdot L_1)} + 10^{(0,1 \cdot L_2)} + 10^{(0,1 \cdot L_n)}) \quad [dB/A]$$

kde L – hladina akustického výkonu zdroje [dB/A]
 n – počet zdrojů / frekvencí [-]

Útlum hluku v odbočce

$$D_1 = 10 \log \frac{\sum S_{odb}}{S_{odb1}} \quad [dB]$$

kde S_{odb} – plocha všech větví [m²]
 S_{odb1} – plocha odbočující větve [m²]

Útlum koncovým odrazem

$$D_3 = 10 \log \left[1 + \left(\frac{c}{\pi \cdot f \cdot d} \right)^{1,88} \right] \quad [dB]$$

kde c – rychlost zvuku (344 m/s) [m/s]
 f – frekvence [Hz]
 d – rovnocenný průměr otvoru [m]

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad [m]$$

kde A – plocha otvoru [m²]

Korekce na počet vyústek

$$K_1 = 10 \log(n_p) \quad [dB]$$

kde n_p – počet vyústek [-]

Hladina akustického výkonu všech vyústek

$$L_1 = L_s + K_1 \quad [dB]$$

kde L_s – součtová hladina všech vyústek [dB]

Šíření hluku v uzavřeném prostoru

$$L_p = L_1 + 10 \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right) \quad [dB]$$

kde Q – směrový činitel [-]
 r – vzdálenost od výstky k posluchači [m]
 A – pohltivá plocha místnosti [m²]

Šíření zvuku ve volném prostoru

$$L_p = L_1 + 10 \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \right) \quad [dB]$$

kde Q – směrový činitel [-]
 r – vzdálenost od zdroje k posluchači [m]

HALA S RESTAURACÍ

Tabulka 2. 15 Útlum hluku – zař. č. 1 (přívod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.1 (přívod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	52	67	79	84	84	81	76	70	89
přirozený útlum										
rovné potrubí (16,7)	0	0	10	6	3	3	3	3	3	
oblouky (4ks)	0	0	0	1	5	9	12	12	12	
odbočka	0	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
odbočka k výstce	0	2	2	2	2	2	2	2	2	
útlum koncovým odrazem	0	17,7	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	26	36	56	64	62	57	53	47	67
vlastní hluk tlumiče	0	51	47	43	40	36	30	24	18	53
součet	3	51	47	56	64	62	57	53	47	68
útlum tlumiče hluku (5xG200*500*1000)	0	9	12	19	26	28	24	18	10	
hladina akustického výkonu ve výstce	3	42	35	37	38	34	33	35	37	46
hladina akustického výkonu výstky										36
korekce na počet výstek							počet výstek:		2	3
hladina akustického výkonu všech výstek										50
směrový činitel										2
vzdálenost od výstky k posluchači										2,8
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					200	pohltivost (-)		0,2	40
hladina akustického tlaku v místě posluchače										41
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

Tabulka 2. 16 Útlum hluku – zař. č. 1 (odvod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.1 (odvod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	50	64	76	81	80	75	69	63	85
přirozený útlum										
rovné potrubí (14,3)	0	0	9	4	2	2	2	2	2	
oblouky (3ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
odbočka	0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
odbočka k výústce	0	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	
útlum koncovým odrazem	0	17,7	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	22	33	51	59	57	53	48	41	63
vlastní hluk tlumiče	0	50	45	41	38	34	28	22	16	52
součet	3	50	45	52	59	57	53	48	41	63
útlum tlumiče hluku (5xG200*500*1000)	0	9	12	19	26	28	24	18	10	
hladina akustického výkonu ve výústce	3	41	33	33	33	29	29	30	31	44
hladina akustického výkonu výústky										23
korekce na počet výústek							počet výústek:		2	3
hladina akustického výkonu všech výústek										47
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										2,8
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					200	pohltivost (-)		0,2	40
hladina akustického tlaku v místě posluchače										37
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

Tabulka 2. 17 Útlum hluku – zař. č. 1 (sání)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č.1 (sání)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	47	60	70	72	69	62	55	48	76
přirozený útlum										
rovné potrubí (2,8)	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
oblouky (0ks)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	4,6	1,8	0,6	0,2	0	0	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	42	56	68	72	69	62	55	48	75
vlastní hluk tlumiče	0	51	47	43	40	36	30	24	18	53
součet	3	52	57	68	72	69	62	55	48	75
útlum tlumiče hluku (5xG200*500*1000)	0	9	12	19	26	28	24	18	10	
hladina akustického výkonu	3	43	45	49	46	41	38	37	38	53
směrový činitel										2
vzdálenost od zdroje k posluchači										4
hladina akustického tlaku v místě posluchače										33
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										50

Tabulka 2. 18 Útlum hluku – zař. č. 1 (výfuk)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č. 1 (výfuk)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	52	65	76	80	79	75	70	64	84
přirozený útlum										
rovné potrubí (10,5)	0	0	6	3	2	2	2	2	2	
oblouky (2ks)	0	0	0	2	4	6	6	6	6	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	8,9	4,6	1,8	0,6	0,2	0	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	43	54	69	73	71	67	62	56	77
vlastní hluk tlumiče	0	52	47	41	36	31	26	20	14	54
součet	3	53	55	69	73	71	67	62	56	77
útlum tlumiče hluku (GDE 630*1000)	0	2	5	11	21	34	29	19	13	
hladina akustického výkonu	3	51	50	58	52	37	38	43	43	60
směrový činitel										2
vzdálenost od zdroje k posluchači										4
hladina akustického tlaku v místě posluchače										40
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										50

SQUASHOVÉ KURTY

Tabulka 2. 19 Útlum hluku – zař. č. 2 (přívod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.2 (přívod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	47	62	74	81	81	79	74	68	86
přirozený útlum										
rovné potrubí (8,3)	0	0	5	3	1	1	1	1	1	
oblouky (5ks)	0	0	0	0	5	10	15	15	15	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
útlum koncovým odrazem	0	14,1	8,9	4,6	1,8	0,6	0,2	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	29	44	62	69	65	59	54	48	71
vlastní hluk tlumiče	0	47	41	34	27	21	14	8	2	48
součet	3	47	46	62	69	65	59	54	48	71
útlum tlumiče hluku (GDE 400*1000)	0	3	7	13	25	40	38	29	21	
hladina akustického výkonu ve výústce	3	44	39	49	44	25	21	25	27	52
hladina akustického výkonu výústky										19
korekce na počet výústek							počet výústek:		3	5
hladina akustického výkonu všech výústek										56
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										5
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					520	pohltivost (-)		0,2	104
hladina akustického tlaku v místě posluchače										43
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Tabulka 2. 20 Útlum hluku – zař. č. 2 (odvod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.2 (odvod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	43	57	70	75	74	70	64	58	79
přirozený útlum										
rovné potrubí (11,8)	0	0	7	4	2	2	2	2	2	
oblouky (4ks)	0	0	0	0	4	8	12	12	12	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
útlum koncovým odrazem	0	11,9	7	3,2	1,1	0,3	0,1	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	29	40	60	65	61	53	47	41	68
vlastní hluk tlumiče	0	47	41	34	27	21	14	8	2	48
součet	3	47	44	60	65	61	53	47	41	68
útlum tlumiče hluku (GDE 400*1000)	0	7	12	20	39	50	50	48	31	
hladina akustického výkonu ve výústce	3	40	32	40	26	11	3	0	10	44
hladina akustického výkonu výústky										29
korekce na počet výústek							počet výústek:		3	5
hladina akustického výkonu všech výústek										48
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										5
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					520	pohltivost (-)		0,2	104
hladina akustického tlaku v místě posluchače										35
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Tabulka 2. 21 Útlum hluku – zař. č. 2 (sání)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č.2 (sání)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	42	56	65	69	66	60	53	46	72
přirozený útlum										
rovné potrubí (2,1)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
oblouky (1ks)	0	0	0	0	1	2	3	3	3	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výstce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	8	4	1,5	0,5	0,1	0	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	34	51	63	68	64	57	50	43	70
vlastní hluk tlumiče	0	47	41	35	30	24	18	12	6	48
součet	3	47	51	63	68	64	57	50	43	70
útlum tlumiče hluku (2xG200*500*1000)	0	9	12	19	26	28	24	18	10	
hladina akustického výkonu	3	38	39	44	42	36	33	32	33	48
směrový činitel										2
vzdálenost od zdroje k posluchači										24
hladina akustického tlaku v místě posluchače										13
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										50

Tabulka 2. 22 Útlum hluku – zař. č. 2 (výfuk)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č.2 (výfuk)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	45	59	70	74	73	70	65	59	78
přirozený útlum										
rovné potrubí (6,9)	0	0	4	2	1	1	1	1	1	
oblouky (1ks)	0	0	0	0	1	2	3	3	3	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	33	48	65	71	70	66	61	55	75
vlastní hluk tlumiče	0	47	41	34	27	21	14	8	2	48
součet	3	47	49	65	71	70	66	61	55	75
útlum tlumiče hluku (GDE 400*1000)	0	3	7	13	25	40	38	29	21	
hladina akustického výkonu	3	44	42	52	46	30	28	32	34	54
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										24
hladina akustického tlaku v místě posluchače										19
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ

Tabulka 2. 23 Útlum hluku – zař. č. 3 (přívod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.3 (přívod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	39	53	65	71	70	67	62	56	75
přirozený útlum										
rovné potrubí (6,9)	0	0	4	3	2	1	1	1	1	
oblouky (2ks)	0	0	0	0	2	4	6	6	6	
odbočka	0	3	3	3	3	3	3	3	3	
odbočka k výústce	0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
útlum koncovým odrazem	0	17,7	12,3	7,3	3,4	1,2	0,4	0,1	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	14	30	48	57	57	53	48	42	61
vlastní hluk tlumiče	0	44	38	31	23	15	9	2	0	45
součet	3	44	39	48	57	57	53	48	42	61
útlum tlumiče hluku (GDE 315*1000)	0	4	9	15	27	44	45	39	27	
hladina akustického výkonu ve výústce	3	40	30	33	30	13	8	9	15	41
hladina akustického výkonu výústky										22
korekce na počet výústek							počet výústek:		3	5
hladina akustického výkonu všech výústek										46
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										1,2
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					110	pohltivost (-)		0,2	22
hladina akustického tlaku v místě posluchače										41
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Tabulka 2. 24 Útlum hluku – zař. č. 3 (odvod)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI - ZAŘ.Č.3 (odvod)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	38	52	64	66	65	59	54	47	70
přirozený útlum										
rovné potrubí (14,1)	0	0	9	6	4	3	3	3	3	
oblouky (4ks)	0	0	0	0	4	8	12	12	12	
odbočka	0	2	2	2	2	2	2	2	2	
odbočka k výústce	0	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	
útlum koncovým odrazem	0	19,5	14,1	8,8	4,5	1,7	0,5	0,2	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	10	20	40	45	43	35	30	23	48
vlastní huk tlumiče	0	49	43	36	29	22	15	9	3	50
součet	3	49	43	42	45	43	35	30	23	52
útlum tlumiče hluku (GDE 355*1000)	0	4	8	14	26	43	42	34	24	
hladina akustického výkonu ve výústce	3	45	35	28	19	0	0	0	0	45
hladina akustického výkonu výústky										30
korekce na počet výústek							počet výústek:		3	5
hladina akustického výkonu všech výústek										50
směrový činitel										2
vzdálenost od výústky k posluchači										1,2
pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					70	pohltivost (-)		0,2	14
hladina akustického tlaku v místě posluchače										46
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Tabulka 2. 25 Útlum hluku – zař. č. 3 (sání)

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č.3 (sání)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	35	48	58	62	59	52	45	39	65
přirozený útlum										
rovné potrubí (1,7)	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
oblouky (0ks)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výústce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	9,7	3,6	2,1	0,7	0,2	0,1	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	25	43	55	60	59	52	45	39	64
vlastní hluk tlumiče	0	47	41	35	30	25	19	13	7	48
součet	3	47	45	55	60	59	52	45	39	64
útlum tlumiče hluku (1xG200*500*1000)	0	9	12	19	26	28	24	18	10	
hladina akustického výkonu	3	38	33	36	34	31	28	27	29	43
směrový činitel										2
vzdálenost od zdroje k posluchači										9
hladina akustického tlaku v místě posluchače										16
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										50

Tabulka 2. 26 Útlum hluku – zař. č. 3 (výfuk)

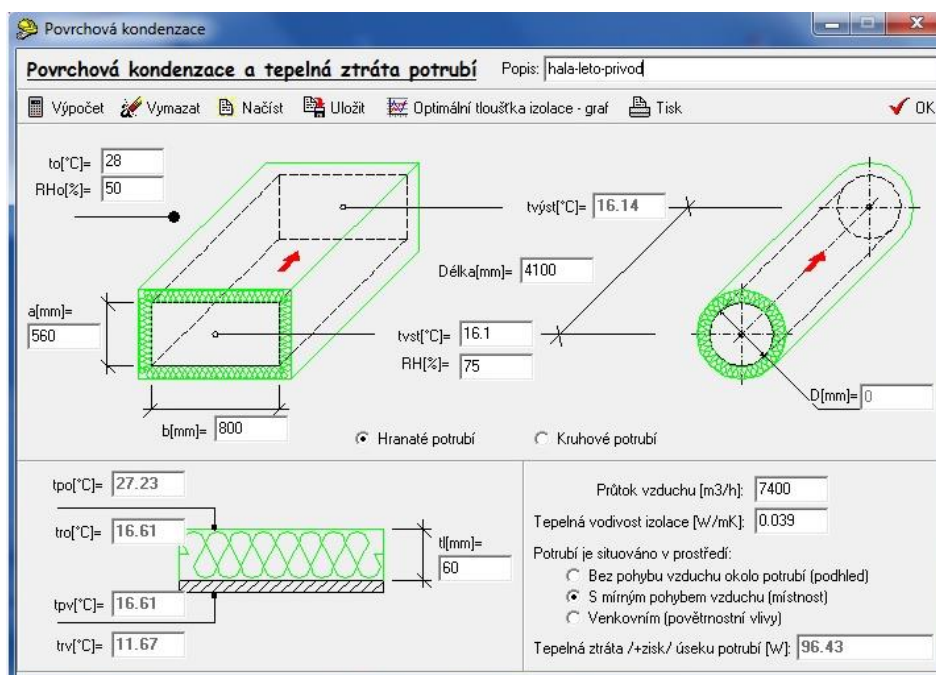
ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU - ZAŘ.Č.3 (výfuk)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hluk ventilátoru										
hladina akustického výkonu zdroje	0	42	56	68	73	72	69	65	58	77
přirozený útlum										
rovné potrubí (10,2)	0	0	6	5	3	2	2	2	2	
oblouky (2ks)	0	0	0	0	2	4	6	6	6	
odbočka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
odbočka k výstce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
útlum koncovým odrazem	0	13,2	8,1	4	1,5	0,5	0,1	0	0	
hladina akustického výkonu po přirozeném útlumu	0	29	42	59	67	66	61	57	50	70
vlastní hluk tlumiče	0	49	43	36	29	22	15	9	3	50
součet	3	49	45	59	67	66	61	57	50	70
útlum tlumiče hluku (GDE 355*1000)	0	4	8	14	26	43	42	34	24	
hladina akustického výkonu	3	45	37	45	41	23	19	23	26	49
směrový činitel										2
vzdálenost od zdroje k posluchači										9
hladina akustického tlaku v místě posluchače										22
předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										50

12. Návrh tepelných izolací

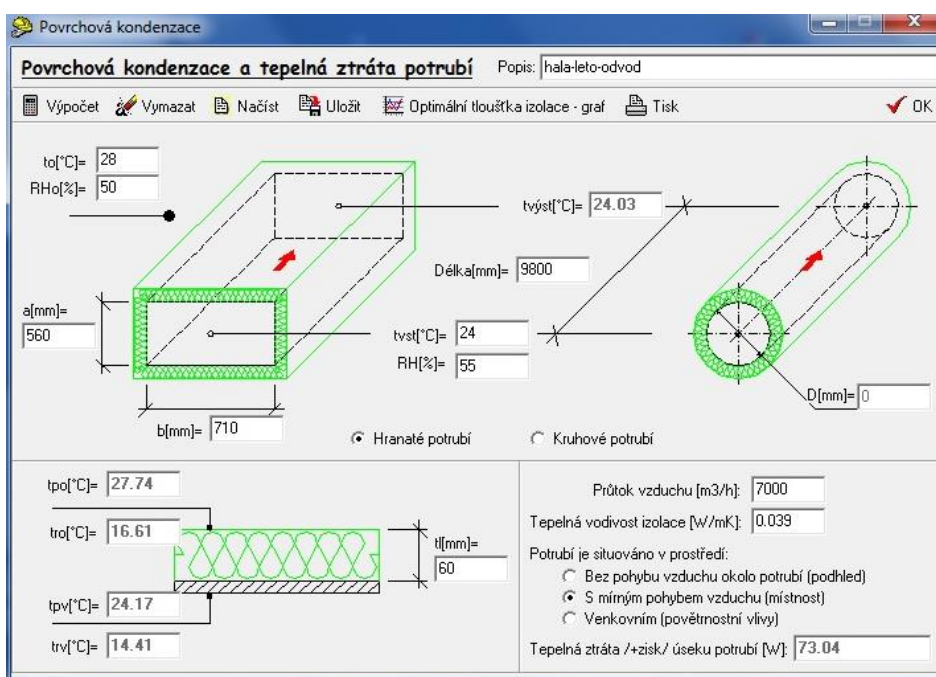
Návrh tepelných izolací byl proveden v softwaru Teruna. Posuzování bylo uvažováno v rámci strojovny VZT. Na základě softwaru byla do strojovny navržena tepelná izolace Orstech LSP H, tl. 60 mm.

HALA S RESTAURACÍ

- letní období



Obrázek 2. 16 Tepelná izolace – léto (přívod)



Obrázek 2. 17 Tepelná izolace – léto (odvod)

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: hala-leto-sani

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťky izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 28$
 $RH_o[\%] = 50$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 1000$

$tvst[^\circ\text{C}] = 29$
 $RH[\%] = 37$

Délka[mm] = 3000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 28.17$
 $tro[^\circ\text{C}] = 16.61$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 28.96$
 $trv[^\circ\text{C}] = 12.84$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 7400
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.039
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -0.01

Obrázek 2. 18 Tepelná izolace – léto (sání)

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: hala-leto-vyfuk

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťky izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 28$
 $RH_o[\%] = 50$

$a[\text{mm}] = 0$
 $b[\text{mm}] = 0$

$tvst[^\circ\text{C}] = 26.31$
 $RH[\%] = 48$

Délka[mm] = 11900

☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 27.71$
 $tro[^\circ\text{C}] = 16.61$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 26.35$
 $trv[^\circ\text{C}] = 14.42$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 7000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.039
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 27.12

Obrázek 2. 19 Tepelná izolace – léto (výfuk)

- zimní období

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: hala-zima-privod

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 10$
 $RH_o[\%] = 50$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 800$

$tvst[^\circ\text{C}] = 23.16$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 23.2$
 $RH[\%] = 18$

Délka[mm] = 4100

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 10.85$
 $tro[^\circ\text{C}] = 0.08$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 22.59$
 $trv[^\circ\text{C}] = -2.39$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 7400
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.039
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -106.96

Obrázek 2. 20 Tepelná izolace – zima (přívod)

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: hala-zima-odvod

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 10$
 $RH_o[\%] = 50$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 710$

$tvst[^\circ\text{C}] = 19.94$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 20$
 $RH[\%] = 45$

Délka[mm] = 9800

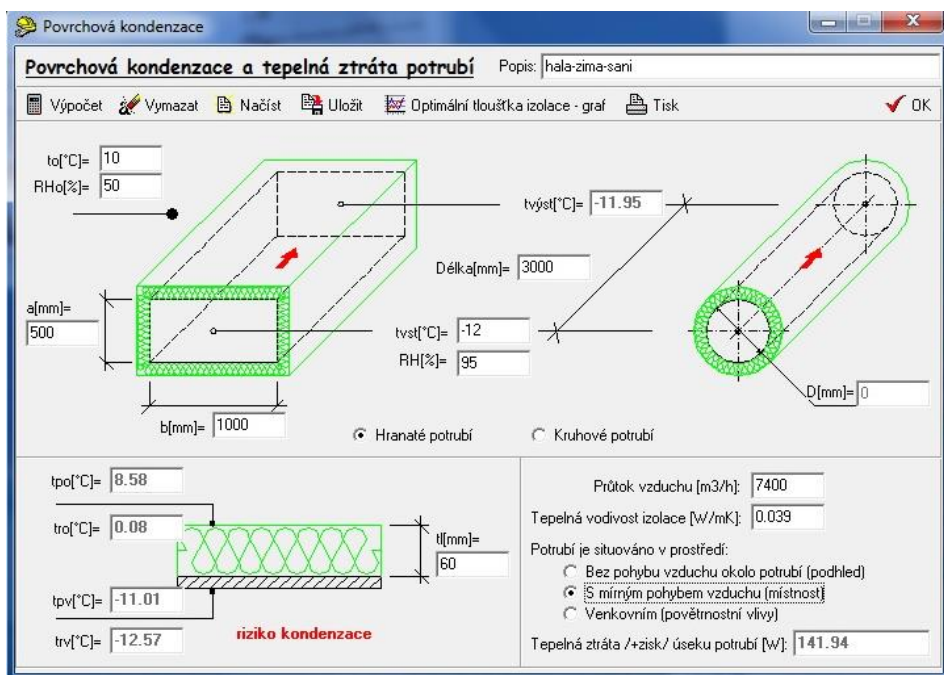
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 11.71$
 $tro[^\circ\text{C}] = 0.08$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 19.57$
 $trv[^\circ\text{C}] = 7.72$

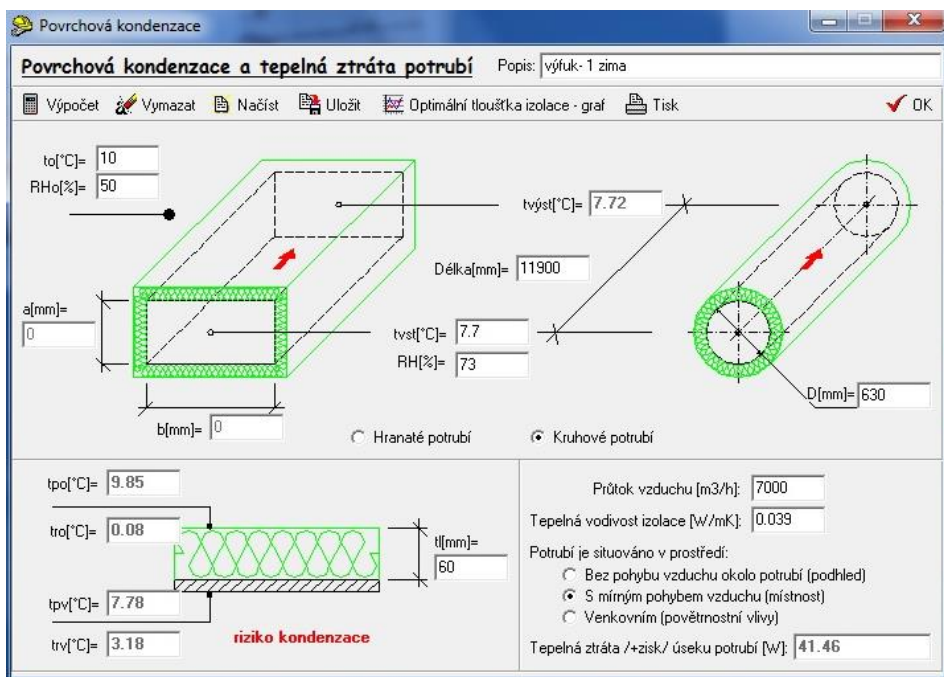
$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 7000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.039
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -161.73

Obrázek 2. 21 Tepelná izolace – zima (odvod)

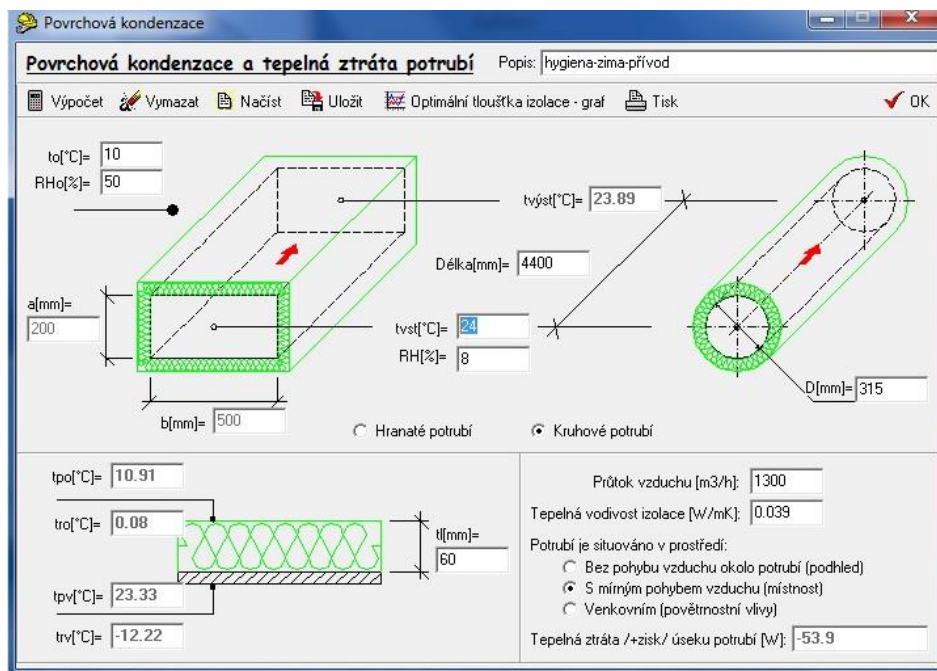


Obrázek 2. 22 Tepelná izolace – zima (sání)

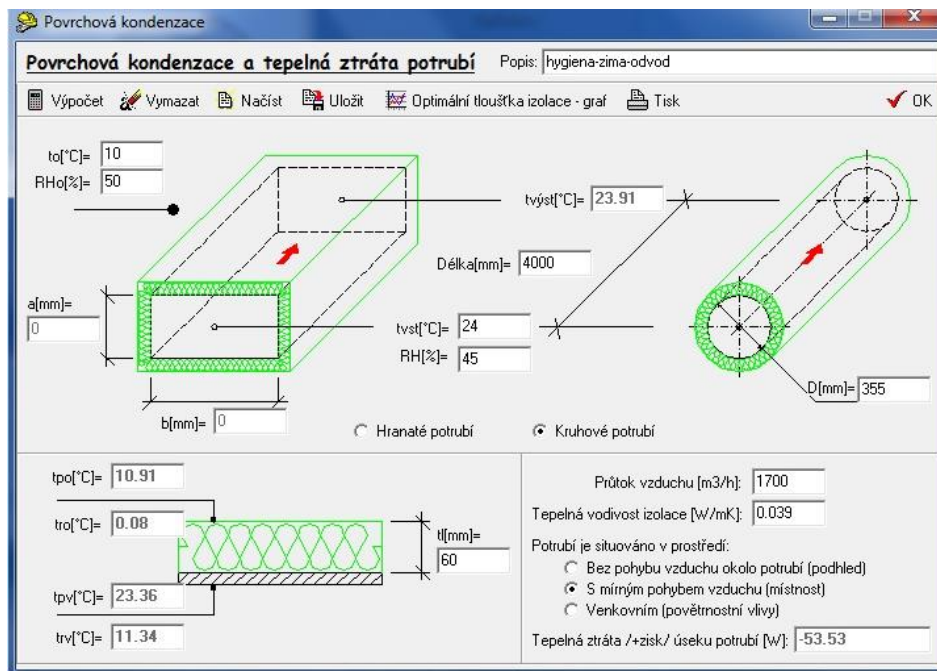


Obrázek 2. 23 Tepelná izolace – zima (výfuk)

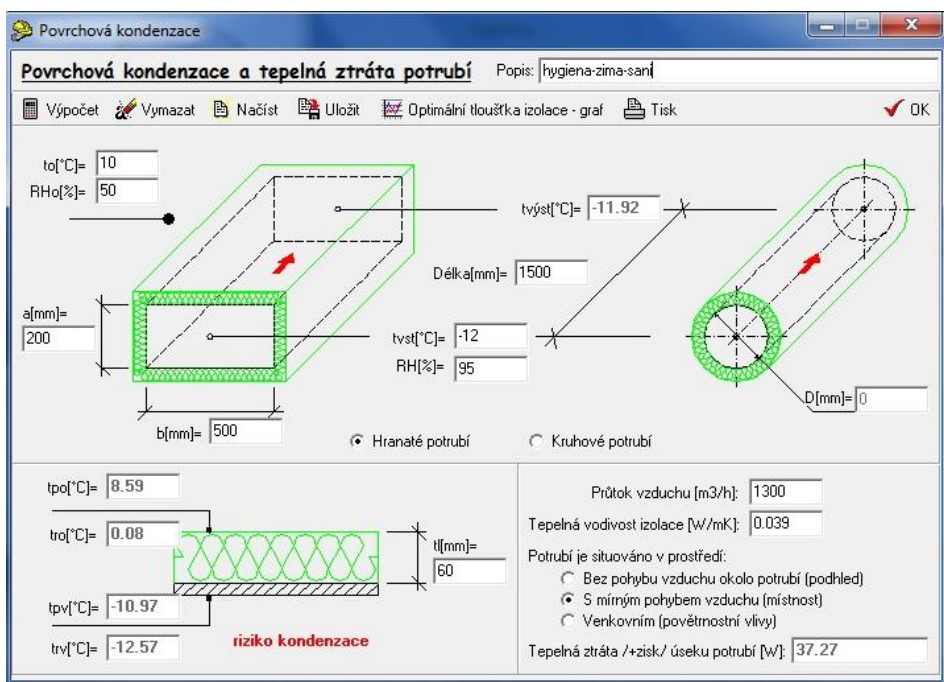
HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ



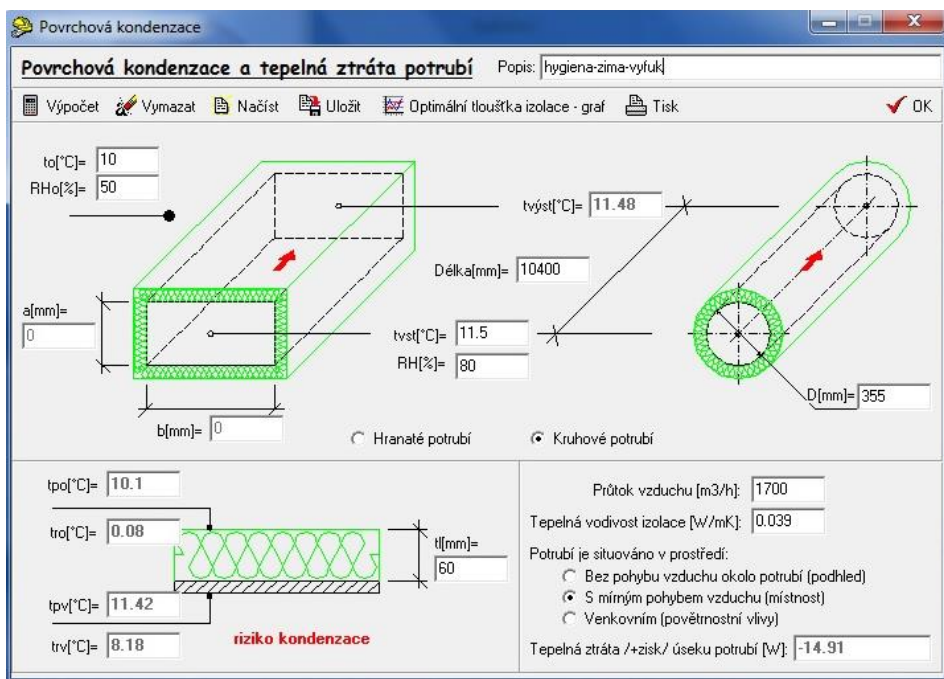
Obrázek 2. 24 Tepelná izolace – zima (přívod)



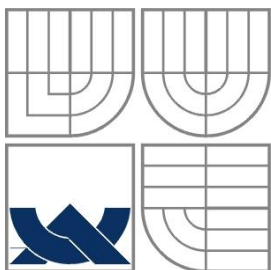
Obrázek 2. 25 Tepelná izolace – zima (odvod)



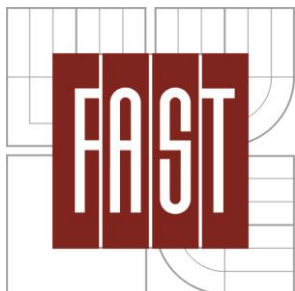
Obrázek 2. 26 Tepelná izolace – zima (sání)



Obrázek 2. 27 Tepelná izolace – zima (výfuk)



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – PROJEKT

VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TEREZA VACKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2015

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBSAH

1	Úvod.....	122
1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	122
1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	122
1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	123
1.4	VYPOČTENÁ TEPELNÁ BILANCE PRO LETNÍ A ZIMNÍ OBDOBÍ	123
2	Základní koncepční řešení	123
2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	123
2.2	TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ	124
2.3	ENERGETICKÉ ZDROJE	125
3	Popis technického řešení.....	125
3.1	KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ	125
4	Nároky na energie.....	129
5	Měření a regulace	129
6	Nároky na související profese	130
6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY.....	130
6.2	SILNOPROUD	130
6.3	VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ.....	130
6.4	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA.....	130
7	Protihluková a protiotřesová opatření.....	130
8	Izolace a nátěry	131
9	Protipožární opatření	131
10	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	131
11	Závěr.....	131

1 Úvod

Tato technická zpráva popisuje navrženou koncepci vzduchotechniky pro část objektu „Multi-funkčního centra“ v Pardubicích. Jedná se o rozsáhlou stavbu, která se dělí na dva stavebně propojené objekty.

První část tvoří sedmipodlažní objekt, kde se v prvním podlaží nachází parkoviště, v 2. NP prodejna a ve 3. NP fitness centrum. V dalším podlaží je situován hotel a zbylá podlaží slouží jako bytové jednotky.

Druhý objekt tvoří převážně sportovní zařízení. V 1. NP je bazén, badmintonové a squashové kurty, hygienické zázemí a hala s boulderovou jeskyní a lezeckou stěnou, která je propojená s restaurací nacházející se v 2. NP. V 2. NP je dále umístěna bowlingová herna.

Tato dokumentace se zabývá pouze vytápěním a klimatizací haly s restaurací a squashových kurtů a větráním hygienického zázemí. Jednotlivá zařízení jsou navržena tak, aby zajistila předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a požadované parametry vnitřního mikroklimatu.

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla výkresová dokumentace stavební části. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Nařízení vlády č. 272/2011Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb ve změně 63/2012 Sb.
- ČSN EN 12831 – „Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu“
- ČSN 730548 – „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů“
- ČSN 127010 – „Navrhování větracích a klimatizačních zařízení“
- ČSN 730872 – „Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením“
- ČSN 730802 – „Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty“
- ČSN 013454 – „Výkresy vzduchotechnických zařízení“

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo stavby: Pardubice

nadmořská výška: 237 m n. m.

normální tlak vzduchu: 95,23 kPa

výpočtová teplota vzduchu: léto: +29°C, zima: -12°C, entalpie: léto 56,2 kJ/kg

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Zařízení je navrženo na parametry vnitřního prostředí uvedené souhrnně v následující tabulce.

místnost	Výsledná teplota (°C)		Relativní vlhkost (%)		Hladina akust. tlaku (dB/A)
	zima	léto	zima	léto	
hala s restaurací	20	24	-	-	55
squashové kurty	18	24	-	-	60
hygienické zázemí	24	-	-	-	60

Maximální přípustný hluk ve vnějším prostoru staveb v denní době je 50dB. Vzhledem k charakteru obsluhovaného prostoru není uvažováno s provozem zařízení v noční době.

1.4 Vypočtená tepelná bilance pro letní a zimní období

Hala s restaurací

- celková tepelná zátěž – $Q_L = 24,8$ kW
- tepelná ztráta – $Q_Z = 7,9$ kW

Squashové kurty

- celková tepelná zátěž – $Q_L = 7,9$ kW
- tepelná ztráta – $Q_Z = 3,8$ kW

2 Základní koncepční řešení

V objektu jsou navrženy tři nezávislé systémy s centrálními jednotkami umístěnými ve strojovnách VZT. Strojovna pro halu s restaurací a hygienické zázemí se nachází v 1.NP a strojovna pro squashové kurty je umístěna na střeše. Klimatizace a teplovzdušné vytápění je navrženo v hale včetně restaurace a ve squashových kurtech. Vlhčení vzduchu není uvažováno. Hygienické zázemí je teplovzdušně větráno v podtlakovém režimu. Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným MaR.

2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Větrání je navrženo dle právních předpisů uvedených v bodě 1.1.

Požadavky na minimální množství čerstvého vzduchu na osobu:

squash	100 m ³ /h	hráč
hala	30 m ³ /h	nesportující návštěvník
	90 m ³ /h	sportující návštěvník
restaurace	50 m ³ /h	obsluha
	60 m ³ /h	host
šatna	20 m ³ /h	skříňka

Požadavky na minimální množství odváděného vzduchu na zařizovací předmět:

hygienické zázemí	150 m ³ /h	sprcha
	30 m ³ /h	umyvadlo
	50 m ³ /h	WC
	55 m ³ /h	výlevka
	25 m ³ /h	pisoár

Tlakové poměry ve větraných prostorech

- rovnotlaké větrání – squashové kurty
- přetlakové – hala s restaurací
- podtlakové – hygienické zázemí (vzduchový deficit uhrazen z haly)

Filtrace venkovního a odváděného vzduchu

- jednostupňová
- třída filtrace M5

Vytápění místností

- hala s restaurací – teplovzdušné vytápění
- squashové kurty – teplovzdušné vytápění
- hygienické zázemí – centrální systém ÚT (řeší nezávislý projekt ÚT)

2.2 Technologické větrání a chlazení

- pro ochlazení vzduchu je navrženo přímé chlazení
- dodávku chladu zajistí profese chlazení

2.3 Energetické zdroje

Elektrická energie

- soustava 3 + PEN, 50Hz, 400V – požadavek pro pohon elektromotorů VZT a zdroje chladu

Tepelná energie

- centrální zdroj tepla (kotelna) – teplá voda 70/50°C

3 Popis technického řešení

3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Všechny vzduchotechnické jednotky jsou ve vnitřním provedení a jsou umístěny ve strojovnách vzduchotechniky. Každé zařízení má nezávislé sání a výfuk vzduchu. Sání je ukončeno na fasádě přes protidešťovou žaluzii a výfuk je ukončen na střeše pomocí výfukové hlavice. Doprava vzduchu do jednotlivých místností je realizována pomocí čtyřhranného potrubí z pozinkovaného plechu spojované na příruby a pomocí kruhového SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu. Distribuční prvky jsou napojeny přes ohebné hadice SONOFLEX M0.

Zařízení č. 1 – teplovzdušné vytápění a klimatizace haly s restaurací

Pro celý systém je navržena vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 10 určená do vnitřního prostředí. Obsahuje směšování vzduchu a zpětné získávání tepla přes deskový rekuperátor. Jednotka je umístěna na základovém rámu.

Jednotka pracuje v přetlakovém režimu s celkovým množstvím přívodního vzduchu $V_p = 7400 \text{ m}^3/\text{h}$, z toho množství venkovního vzduchu $V_e = 4850 \text{ m}^3/\text{h}$, cirkulačního $V_c = 2550 \text{ m}^3/\text{h}$. Celkové množství odváděného vzduchu $V_o = 7000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Komponenty na přívodu vzduchu:

- tlumící vložka
- klapka uzavírací
- kapsový filtr (M5)
- deskový rekuperátor s by-passem a integrovaným směšováním (účinnost: zima 48%, léto 43%, výkon: zima 24,8kW, léto 3,5kW)
- vodní ohřívač (topná voda 70/37°C, topný výkon 35,8kW)
- přímý výparník chlazení + eliminátor kapek (teplonosné medium – Freon R407C, chladicí výkon 29,9kW)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 2,74kW)
- tlumící vložka

Komponenty na odvodu vzduchu:

- tlumicí vložka
- kapsový filtr (M5)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 2,05kW)
- klapka uzavírací
- tlumicí vložka

Čerstvý vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii na fasádě a veden k VZT jednotce přes buňkové tlumiče hluku, kde je filtrován a teplotně upravován. Upravený vzduch je distribuován do prostoru haly čtyřhranným potrubím, které bude vedeno nad podhledem. V místě boulderové jeskyně je potrubí přiznané. V restauraci je potrubí zakrytováno. Na přívodním potrubí jsou osazeny buňkové tlumiče hluku k dosažení požadovaných hladin akustického výkonu ve větraných prostorech.

Vzduch je vyfukován přívodními elementy – vířivými anemostaty v hale a pomocí dýz s dalekým dosahem v restauraci. Do každé odbočky je vložena regulační klapka.

Odvod vzduchu z haly je zajištěn třemi obdélníkovými výústkami a dvěma anemostaty umístěnými v podhledu. Další obdélníková výústka je umístěna nad lezeckou stěnou ve zdi. Pro odvod vzduchu z restaurace je navrženo šest obdélníkových výústek, které odvádějí vzduch ze spodní části zákrytu. Část vzduchu je přetlakem převedena do hygienického zázemí. Ke každému distribučnímu prvku je osazena regulační klapka. Vzduch je odváděn do strojovny čtyřhranným potrubím přes buňkové tlumiče hluku. Od jednotky je vzduch veden přes kruhový tlumič hluku a dále kruhovým SPIRO potrubím na střechu, kde je výfuk ukončen výfukovou hlavicí.

Systém větrání haly s restaurací je navržen jako mírně přetlakový. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Zařízení č. 2 – teplovzdušné vytápění a klimatizace squashových kurtů

Pro celý systém je navržena vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 04 určená do vnitřního prostředí. Obsahuje směšování vzduchu a zpětné získávání tepla přes deskový rekuperátor. Jednotka je umístěna na základovém rámu v samostatné strojovně vzduchotechniky na střeše.

Jednotka pracuje v rovnotlakém režimu s celkovým množstvím vzduchu $V_p = V_o = 2350 \text{ m}^3/\text{h}$, z toho množství venkovního vzduchu $V_e = 600 \text{ m}^3/\text{h}$, cirkulačního $V_c = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$.

Komponenty na přívodu vzduchu:

- tlumicí vložka
- klapka uzavírací

- kapsový filtr (M5)
- deskový rekuperátor s by-passem a integrovaným směřováním (účinnost: zima 59%, léto 55%, výkon: zima 3,4kW, léto 0,5kW)
- vodní ohřívač (topná voda 70/32°C, topný výkon 6,3kW)
- přímý výparník chlazení + eliminátor kapek (teplonosné medium – Freon R407C, chladicí výkon 8,5kW)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 0,82kW)
- tlumící vložka

Komponenty na odvodu vzduchu:

- tlumící vložka
- kapsový filtr (M5)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 0,59kW)
- klapka uzavírací
- tlumící vložka

Čerstvý vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii na fasádě a veden k VZT jednotce přes buňkové tlumiče hluku, kde je filtrován a teplotně upravován. Upravený vzduch je distribuován do prostoru squashových kurtů kruhovým SPIRO potrubím. Celé potrubí je přiznané.

Na přívodním potrubí je osazen kruhový tlumič hluku k dosažení požadovaných hladin akustického výkonu ve větraných prostorách. Vzduch je vyfukován přívodními elementy – dýzami s dalekým dosahem. V každém kurtu je umístěna jedna dýza. Do každé odbočky je vložena regulační klapka.

Odvod vzduchu je zajištěn třemi obdélníkovými výústkami. Ke každému distribučnímu prvku je osazena regulační klapka. Vzduch je odváděn do strojovny kruhovým SPIRO potrubím přes kruhový tlumič hluku. Od jednotky je vzduch veden přes kruhový tlumič hluku a dále potrubím na střechu, kde je výfuk ukončen výfukovou hlavicí.

Systém větrání squashových kurtů je navržen jako rovnotlaký. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Zařízení č. 3 – teplovzdušné větrání hygienického zázemí a šaten

Pro celý systém je navržena vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 04 určená do vnitřního prostředí. Obsahuje zpětné získávání tepla přes deskový rekuperátor. Jednotka je umístěna na základovém rámu ve strojovně vzduchotechniky v 1. NP společně s jednotkou pro halu s restaurací.

Jednotka pracuje v podtlakovém režimu s celkovým množstvím přívodního vzduchu $V_p = 1300 \text{ m}^3/\text{h}$. Celkové množství odváděného vzduchu $V_o = 1700 \text{ m}^3/\text{h}$.

Komponenty na přívodu vzduchu:

- tlumící vložka
- klapka uzavírací
- kapsový filtr (M5)
- deskový rekuperátor s by-passem (účinnost: zima 61%, výkon: zima 9,4kW)
- vodní ohřívač (topná voda 70/33°C, topný výkon 6,2kW)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 0,24kW)
- tlumící vložka

Komponenty na odvodu vzduchu:

- tlumící vložka
- kapsový filtr (M5)
- ventilátor s volným oběžným kolem a přímým pohonem (elektrický příkon 0,41kW)
- klapka uzavírací
- tlumící vložka

Čerstvý vzduch je nasáván přes protidešťovou žaluzii na fasádě a veden k VZT jednotce přes buňkový tlumič hluku, kde je filtrován a v zimním období teplotně upravován. Upravený vzduch je distribuován do prostoru šaten kruhovým SPIRO potrubím, které je vedeno nad podhledem. Na přívodním potrubí je osazen kruhový tlumič hluku k dosažení požadovaných hladin akustického výkonu ve větraných prostorách.

Vzduch je vyfukován přívodními elementy – čtyřmi stropními anemostaty v šatnách. Do každé odbočky je vložena regulační klapka. Část vzduchu je do hygienického zázemí přivedena podtlakem z prostoru haly a do prostoru sprch se vzduch dostává stěnovými mřížkami ze šaten.

Odvod vzduchu z hygienického zázemí je zajištěn talířovými ventily umístěnými v podhledu. Ke každému distribučnímu prvku je osazena regulační klapka. Vzduch je odváděn do strojovny kruhovým SPIRO potrubím přes kruhový tlumič hluku. Od jednotky je vzduch veden přes kruhový tlumič hluku a dále potrubím na střechu, kde je výfuk ukončen výfukovou hlavicí.

Systém větrání hygienického zázemí je navržen jako mírně podtlakový. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií:

Zařízení	ventilátor přívod (kW)	ventilátor odvod (kW)	chlazení (kW)	topná voda 70/50°C (kW)
Zařízení č. 1	2,74	2,05	29,9	36
Zařízení č. 2	0,82	0,59	8,5	6
Zařízení č. 3	0,24	0,41	-	6

5 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu přímého chladiče v letním období
- umístění teplotních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třicestného ventilu, 4) spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

6 Nároky na související profese

6.1 Stavební úpravy

- vyspádování podlahy a osazení dvou podlahových vpustí ve strojovnách VZT
- provedení otvorů pro prostupy vzduchovodů
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- zajištění přístupu k ventilátorům a ostatním prvkům, které vyžadují pravidelný servis tak, aby byla možná údržba
- po montáži vertikálních prostupů střechou otvory oplechovat a opatřit izolací proti zatékání
- osazení stěnových mřížek do hygienického zázemí
- zakrytování VZT potrubí v restauraci
- koordinace montážních prací VZT s montáží podhledů

6.2 Silnoproud

V rámci montáže silových rozvodů je nutno zajistit:

- motorické napojení v požadovaném příkonu u všech elektrospotřebičů, způsob napojení bude nutno přizpůsobit konkrétnímu výrobku

6.3 Vytápění a chlazení

- připojení směšovacích uzlů, ohřivačů VZT jednotek na topnou vodu o teplotním spádu 70/50°C
- zajistit vytápění hygienického zázemí a šaten
- připojení chladičů VZT včetně regulačního okruhu a realizace zdroje chladu

6.4 Zdravotní technika

- zajistit odvod kondenzátu od VZT jednotek
- osazení dvou podlahových vpustí ve strojovnách

7 Protihluková a protiotřesová opatření

Celý VZT systém je zabezpečený tak, aby svým provozem nepřekročil hygienické limity – do rozvodných tras potrubí jsou navrženy buňkové a kruhové tlumiče hluku typu Greif, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorových jednotek do větraných prostor a do venkovního prostředí. Tyto tlumiče jsou navrženy jak v přívodních tak odvodních trasách.

Veškeré vzduchovody jsou napojeny na VZT jednotky přes tlumící vložky, které zabraňují přenosu chvění do potrubí a do stavební konstrukce, na které jsou rozvody zavěšeny. Potrubí je na závěsech podloženo tlumící gumou.

8 Izolace a nátěry

Tepelnou izolací Orstech LSP H tl. 60 mm bude opatřeno veškeré potrubí ve strojovnách VZT a ve venkovním prostředí, kde bude izolace oplechovaná. Tepelnou izolací Orstech LSP H tl. 30 mm bude opatřeno přívodní potrubí v hale.

9 Protipožární opatření

Strojovny VZT vytváří samostatný PÚ. Na rozhraní požárních úseků jsou do VZT potrubí vloženy požární klapky. V případě, že je klapka osazena mimo požárně dělící konstrukci, bude VZT potrubí mezi ní a klapkou opatřeno požární izolací s odolností odpovídající požadované požární odolnosti požární klapky – určeno PBŘ.

10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Realizaci díla může provádět pouze odborná firma a musí postupovat podle montážních návodů jednotlivých výrobců.

VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována a čištěna v souladu s provozním řádem údržby.

11 Závěr

Navržená větrací a klimatizační zařízení splňují požadavky kladené na provoz budovy. Zajišťují v daných místnostech optimální pohodu vnitřního prostředí a zároveň hospodárnost provozu těchto zařízení.

Tabulka 3. 1 Tabulka výkonů

č. zařízení, pozice	VZDUCHOTECHNIKA SPORTOVNÍHO CENTRA	Ventilátor				Elektřina				Ohřev			Chlazení						
		množství vzduchu				externí tlak	počet	účinnost rekuperace	elektrický příkon jednotkový	elektrický příkon celkem	elektrický proud jednotkový	napětí/frekvence	topný výkon 70/50°C	přítok média	tlaková ztráta výměníku	chladičí výkon freon R407C	přítok média	tlaková ztráta výměníku	kondenzát
1	Zařízení č. 1 - klimatizace a teplovzdušné vytápění haly s restaurací	m³/h	m³/h	m³/h	Pa	ks	%	kW	kW	A	V/Hz	kW	m³/h	kPa	kW	kg/h	kg/h	kPa	kg/h
1.1.1	Centrální jednotka AeroMaster XP 10																		
	přívodní ventilátor	7400		2550	270	1		2,74	2,74	6,39	3x400V, 50Hz								
	deskový rekuperátor						48/43												9,6
	vodní ohříváč, t _p = 23,2°C											35,8	0,95	1,2					
	přímé chlazení, t _p = 16,1°C														29,9	698	19,2	8,9	
	odvodní ventilátor		7000		250	1		2,05	2,05	4,81	3x400V, 50Hz								
2	Zařízení č. 2 - klimatizace a teplovzdušné vytápění squashových kurtů																		
	Centrální jednotka AeroMaster XP 04																		
	přívodní ventilátor	2350		1750	300	1		0,82	0,82	11,6	3x400V, 50Hz								
	deskový rekuperátor						59/55												1,2
	vodní ohříváč, t _p = 22,9°C											6,3	0,14	0,4					
	přímé chlazení, t _p = 17,5°C														8,5	200	7,8	4,4	
	odvodní ventilátor		2350		290	1		0,59	0,59	11,6	3x400V, 50Hz								
3	Zařízení č. 3 - teplovzdušné větrání hygienického zázemí																		
2.1.1	Centrální jednotka AeroMaster XP 04																		
	přívodní ventilátor	1300			190	1		0,24	0,24	11,6	3x400V, 50Hz								
	deskový rekuperátor						61/-												3,5
	vodní ohříváč, t _p = 24°C											6,2	0,15	0,4					
	odvodní ventilátor		1700		280	1		0,41	0,41	11,6	3x400V, 50Hz								

2. Technická specifikace

HALA S RESTAURACÍ

Tabulka 3. 2 Technická specifikace – zařízení č. 1

ozn.	popis	m.j.	počet	výrobce
1.1.1	Sestavná klimatizační jednotka AeroMaster XP 10	ks	1	Remak
1.2.1	Tlumič hluku buňkový G 200 x 500 x 1000	ks	15	Greif
1.2.2	Tlumič hluku kruhový GDE 630 x 1000	ks	1	Greif
1.3.1	Protidešťová žaluzie PŽA - K - II 1250 x 1000	ks	1	Proclima
1.3.2	Regulační klapka těsná RKTМ 560 x 400	ks	2	Mandík
1.3.3	Regulační klapka těsná RKTМ 560 x 560	ks	2	Mandík
1.3.4	Požární klapka PKTМ III 400 x 400	ks	2	Mandík
1.3.5	Regulační klapka těsná RKTМ 355 x 355	ks	1	Mandík
1.3.6	Regulační klapka kruhová těsná RKTМ 200	ks	6	Mandík
1.3.7	Regulační klapka těsná RKTМ 250 x 250	ks	1	Mandík
1.3.8	Regulační klapka kruhová těsná RKTМ 250	ks	2	Mandík
1.3.9	Výfuková hlavice DN 630	ks	1	Proclima
1.3.10	Regulační klapka kruhová těsná RKTМ 160	ks	2	Mandík
1.3.11	Regulační klapka těsná RKTМ 425 x 225	ks	3	Mandík
1.4.1	Vířivý anemostat VDW - R - Z - H/400 x 16	ks	6	Trox
1.4.2	Vířivý anemostat VDL - B - H - D - M/315	ks	2	Trox
1.4.3	Anemostat ADLR - AH - M/2	ks	2	Trox
1.4.4	Obdelníková vyústka TR - AG - 425 x 225	ks	3	Trox
1.5	Čtyřhranné ocelové potrubí do obvodu:			
1.5.1	4460/ 100% tvar. dílů	bm	1	
1.5.2	3500/ 80% tvar. dílů	bm	7	
1.5.3	2630/ 50% tvar. dílů	bm	21	
1.5.4	1890/ 30% tvar. dílů	bm	23	
1.5.5	1500/ 20% tvar. dílů	bm	59	
1.5.6	1050/ 10% tvar. dílů	bm	31	
1.6	Potrubí Spiro do průměru:			
1.6.1	630/ 10% tvar. dílů	bm	9	
1.6.2	250/ 90% tvar. dílů	bm	1	
1.6.3	200/ 90% tvar. dílů	bm	3	
1.6.4	160/ 90% tvar. dílů	bm	1	
1.7	Ohebné potrubí			
1.7.1	Ohebná hadice Sonoflex MO - 254	bm	2	Elektrodesign
1.7.2	Ohebná hadice Sonoflex MO - 203	bm	3	Elektrodesign
1.7.3	Ohebná hadice Sonoflex MO - 160	bm	1	Elektrodesign
1.8	Izolace			
1.8.1	Tepelná izolace Orstech LSP H, tl. 60 mm	m ²	163	Isover
1.8.2	Tepelná izolace Orstech LSP H, tl. 30 mm	m ²	60	Isover

Tabulka 3. 3 Technická specifikace – zařízení č. 3

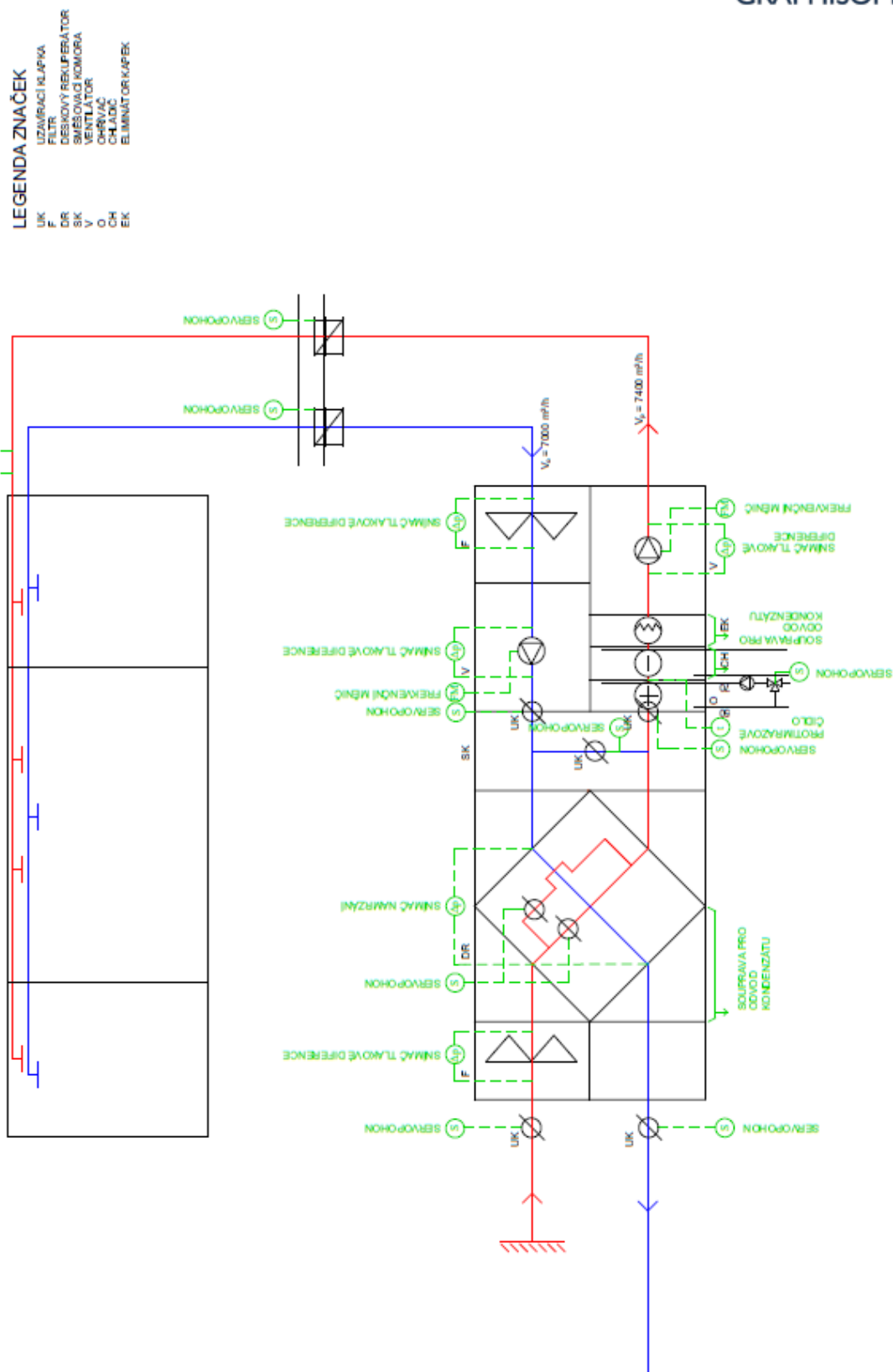
ozn.	popis	m.j.	počet	výrobce
2.1.1	Sestavná klimatizační jednotka AeroMaster XP 04	ks	1	Remak
2.2.1	Tlumič hluku buňkový G 200 x 500 x 1000	ks	1	Greif
2.2.2	Tlumič hluku kruhový GDE 315 x 1000	ks	1	Greif
2.2.3	Tlumič hluku kruhový GDE 355 x 1000	ks	2	Greif
2.3.1	Protidešťová žaluzie PŽA - K - II 630 x 400	ks	1	Proclima
2.3.2	Požární klapka PKTM III 315	ks	1	Mandík
2.3.3	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 250	ks	2	Mandík
2.3.4	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 200	ks	4	Mandík
2.3.5	Požární klapka PKTM III 355	ks	1	Mandík
2.3.6	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 225	ks	1	Mandík
2.3.7	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 125	ks	2	Mandík
2.3.8	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 100	ks	6	Mandík
2.3.9	Regulační klapka kruhová těsná RKKTM 315	ks	1	Mandík
2.3.10	Regulační klapka těsná RKTm 425 x 225	ks	3	Mandík
2.3.11	Výfuková hlavice DN 355	ks	1	Proclima
2.4.1	Anemostat DLQ - AK - M/400	ks	4	Trox
2.4.2	Talířový ventil LVS 125	ks	2	Trox
2.4.3	Talířový ventil LVS 100	ks	7	Trox
2.4.4	Talířový ventil LVS 160	ks	6	Trox
2.4.5	Sténová mřížka 325 x 165	ks	2	Proclima
2.4.6	Sténová mřížka 315 x 115	ks	2	Proclima
2.4.7	Sténová mřížka 625 x 215	ks	2	Proclima
2.5	Čtyřhranné ocelové potrubí do průměru:			
2.5.1	2060/ 40% tvar. dílů	bm	2	
2.6	Potrubí Spiro do průměru:			
2.6.1	355/ 20% tvar. dílů	bm	20	
2.6.2	315/ 40% tvar. dílů	bm	11	
2.6.3	280/ 50% tvar. dílů	bm	1	
2.6.4	250/ 20% tvar. dílů	bm	19	
2.6.5	225/ 30% tvar. dílů	bm	11	
2.6.6	200/ 50% tvar. dílů	bm	6	
2.6.7	180/ 20% tvar. dílů	bm	3	
2.6.8	160/ 90% tvar. dílů	bm	4	
2.6.9	125/ 90% tvar. dílů	bm	1	
2.6.10	100/ 80% tvar. dílů	bm	3	

2.7	Ohebné potrubí:			
2.7.1	Ohebná hadice Sonoflex MO - 203	bm	4	Elektrodesign
2.7.2	Ohebná hadice Sonoflex MO - 160	bm	6	Elektrodesign
2.7.3	Ohebná hadice Sonoflex MO - 127	bm	2	Elektrodesign
2.7.4	Ohebná hadice Sonoflex MO - 102	bm	4	Elektrodesign
2.8	Izolace			
2.8.1	Tepelná izolace Orstech LSP H, tl. 60 mm	m ²	24	Isover
2.8.2	Protipožární izolace orstech LSP PYRO, tl. 50 mm	m ²	1	Isover

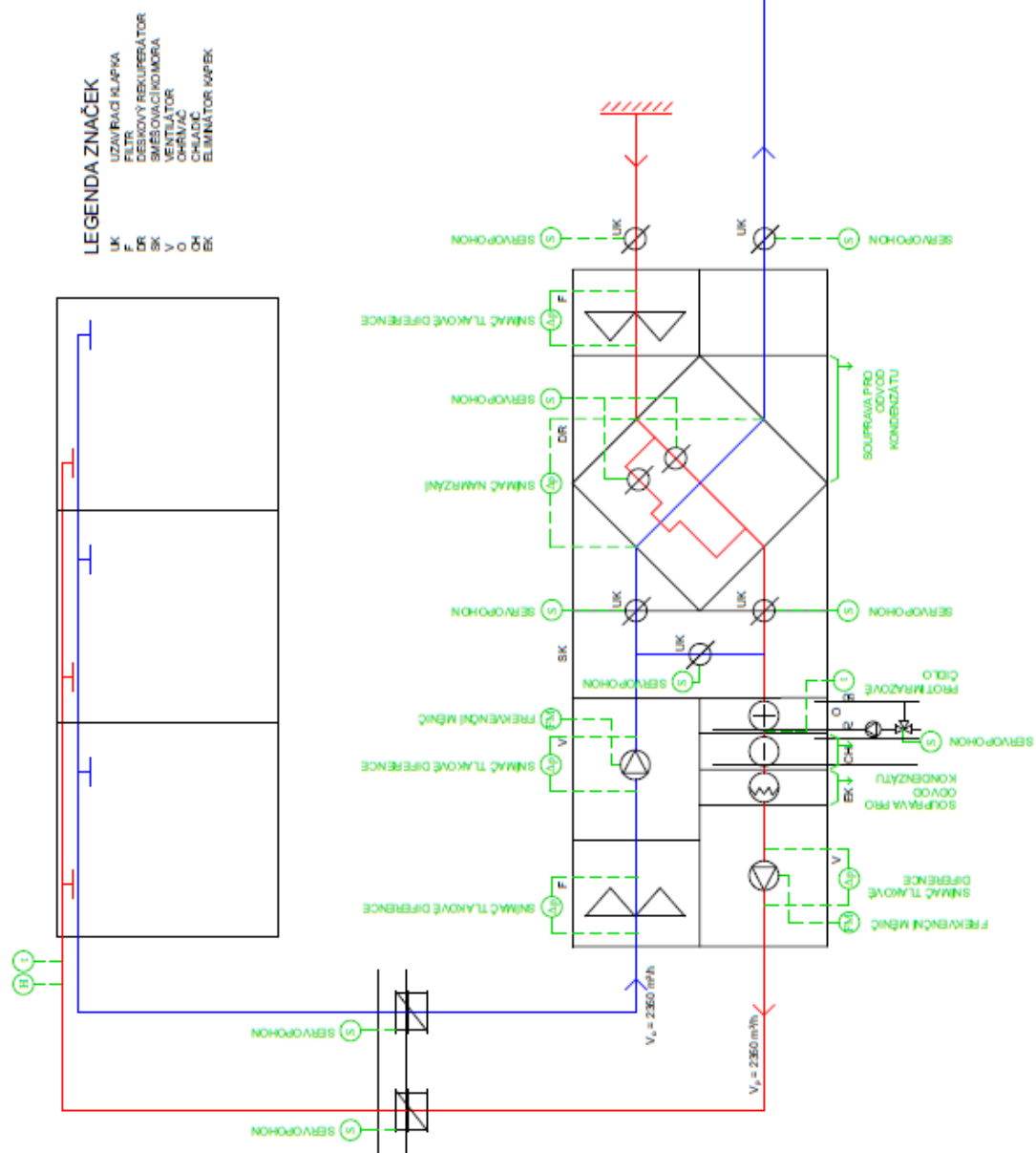
3. Regulační schéma

VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU
GRAPHISOFT.

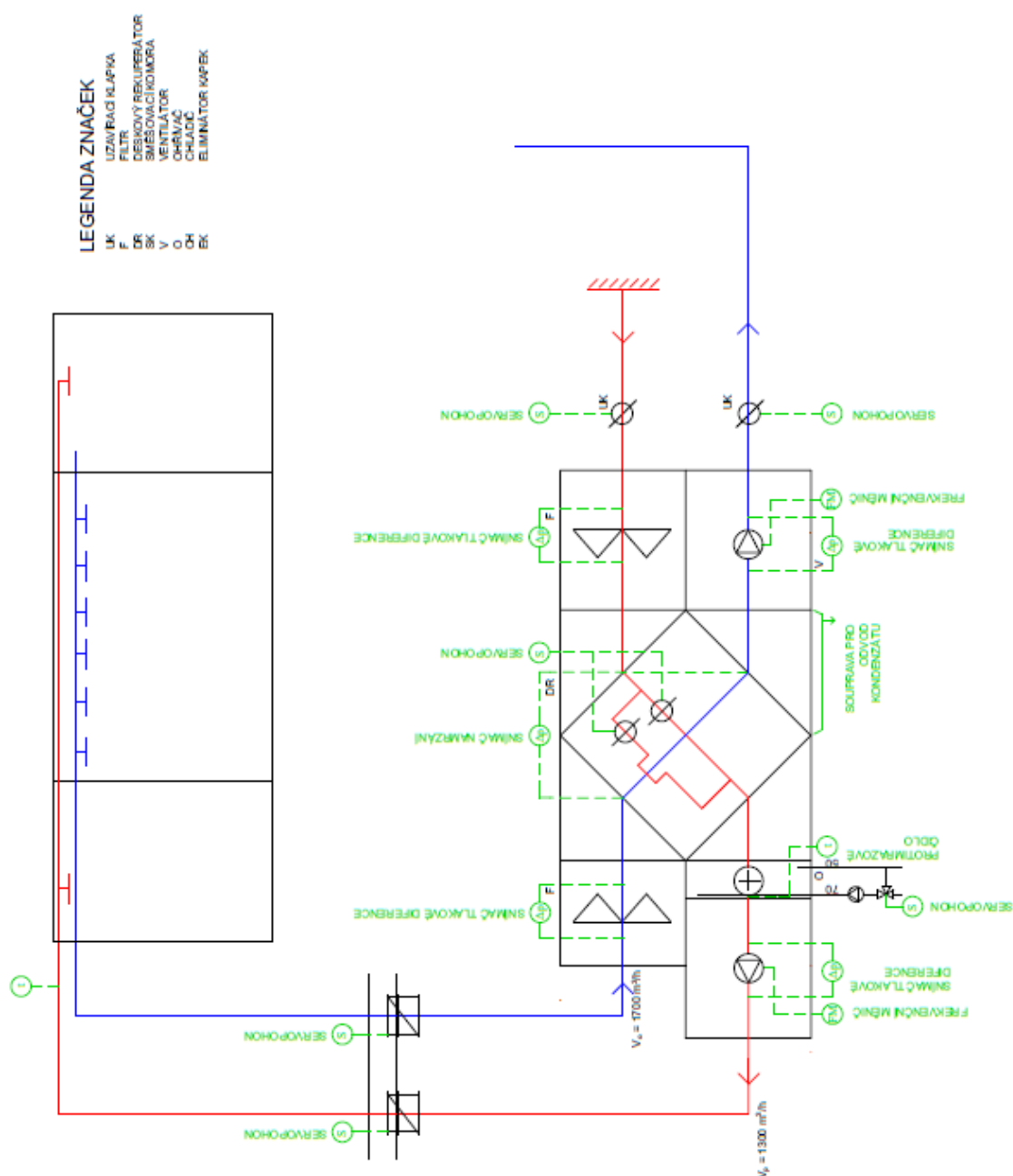
REGULAČNÍ SCHÉMA - ZAŘ. Č. 1



REGULAČNÍ SCHÉMA - ZAŘ. Č. 2



REGULAČNÍ SCHÉMA - ZAŘ. Č. 3



ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh tří vzduchotechnických jednotek pro sportovní část objektu „Multifunkčního centra“. Zařízení č. 1 slouží pro klimatizaci a teplovzdušné vytápění haly s restaurací, zařízení č. 2 obsluhuje tři squashové kurty a zařízení č. 2 teplovzdušně větrá prostor hygienického zázemí. Projektová dokumentace zpracovává pouze VZT systémy haly a hygienického zázemí. Jednotlivá zařízení jsou navržena tak, aby zajistila předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a požadované parametry vnitřního mikroklimatu.

POUŽITÉ ZDROJE

Literatura

- [1] GEBAUER G.; RUBINOVÁ O.; HORKÁ H. *Vzduchotechnika*. Brno: Vydavatelství Era, 2007.
- [2] SZÉKYOVÁ, Marta, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [3] HVÍŽĎALA Jindřich. Chladivový systém pro přímý ohřev a chlazení ve vzduchotechnice – základní zásady návrhu. *Vytápění, větrání, instalace*. 2015, roč. 24, č.1.

Elektronické zdroje

- [4] Vzduchotechnika: Části VZT systémů pro dopravu a úpravu vzduchu. [online]. 2013 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://lms.fce.vutbr.cz/mod/resource/view.php?id=6262>
- [5] Vzduchotechnika: Úvod do předmětu, Mikroklima budov, Vlhký vzduch a jeho úpravy. [online]. 2012 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://lms.fce.vutbr.cz/mod/resource/view.php?id=6220>
- [6] Vzduchotechnika: Akustika ve vzduchotechnice. [online]. 2013. Dostupné z: <http://lms.fce.vutbr.cz/mod/resource/view.php?id=6268>
- [7] Technika budov s.r.o. *Teruna Ver. 1.5b*, Počítačový program pro simulace tepelných zátěží, odparu, výpočty kondenzace v potrubí a výpočty bazénových jednotek.
- [8] REMAK a.s. *AeroCAD Ver.6.2.18*, Počítačový program pro návrh VZT jednotek.
- [9] Trox Austria GmbH *Easy Product Finder 2*, Výběrový program.
- [10] Talířové ventily. Trox Austria GmbH. [online]. 2009 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://www.trox.cz/cz/service/download_center/structure/technical_documents/diffusers/leaflets/T_1_2_1_lvs.pdf
- [11] Požární klapka PKTM III. Mandík. [online]. 2014 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/images/stories/soubory/pozarni_technika/pktm3/075_09cz_Z5_PKTM_II.pdf
- [12] Regulační klapka těsná RKTМ. Mandík. [online]. 2015 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/images/stories/soubory/regulacni_technika/rktm/012_00cz_Z4_RKTМ.pdf
- [13] Regulační klapka kruhová těsná RKKTМ. Mandík. [online]. 2015 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/images/stories/soubory/regulacni_technika/rkktm/031_03cz_Z4_RKKTМ.pdf

- [14] Protidešťové žaluzie komfortní. Proclima. [online]. Dostupné z: http://proclima.cz/user_files/files/zaluzie_Komfortni_53f1e7273d704.pdf
- [15] Výfukové hlavice. Proclima. [online]. Dostupné z: http://proclima.cz/user_files/files/Hlavice_vyfukove_53f1eeb19bcd8.pdf
- [16] Tlumiče hluku. Greif-akustika, s.r.o. [online]. Dostupné z: <http://www.greif.cz/vyrobky/tlumice-hluku.html?detail=1#sekce124>
- [17] Orstech LSP H. Isover. [online]. 2014 Dostupné z: <http://www.isover.cz/data/files/tl-orstech-lsp-h-2014-11-136-cz.pdf>
- [18] Orstech LSP PYRO. Isover. [online]. 2014 Dostupné z: <http://www.isover.cz/data/files/tl-orstech-lsp-pyro-2014-11-236-cz.pdf>
- [19] Ohebné hadice. Elektrodesign. [online]. 2010 Dostupné z: http://www.elektrodesign.cz/web/download/32030?webproduct_id=379&language_id=21&prefix=katalog

Zákony, vyhlášky, normy směrnice

Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.

Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

Nařízení vlády č. 272/2011Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb ve změně 63/2012 Sb.

ČSN EN 12831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 730548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN 127010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení

ČSN 730872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

ČSN 730802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 013454 – Výkresy vzduchotechnických zařízení

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- F – obtokový součinitel chladiče
- FCTP – faktor citelného tepla prostoru
- KZ – klimatizační zařízení
- NP – nadzemní podlaží
- VZT – vzduchotechnika

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

Obrázky

Obrázek 1. 1 Základní úpravy vzduchu při chlazení [3]	14
Obrázek 1. 2 Suché a mokré chlazení [5].....	14
Obrázek 1. 3 Lamelové výměníky [4]	15
Obrázek 1. 4 Základní průtoková uspořádání rekuperačních výměníků a) souproud b) protiproud c), d), e), f) jednostranně promíchaný příčný proud [2]	16
Obrázek 1. 5 Kombinované průtokové uspořádání rekuperačních výměníků a) křížový souproud b) křížový protiproud c) postupný kombinovaný proud [2]	17
Obrázek 1. 6 Chladicí výkon [4].....	18
Obrázek 1. 7 Přímé chlazení.....	19
Obrázek 1. 8 Nepřímé chlazení	20
Obrázek 1. 9 Suché chlazení.....	22
Obrázek 1. 10 Mokré chlazení.....	24
Obrázek 1. 11 Adiabatické vlhčení	26
Obrázek 1. 12 Chladič vzduchu jako výměník se 100% účinností a s obtokem [2]	27
Obrázek 1. 13 Průběhy teplot vzduchu a chladicí vody v závislosti na velikosti přenosové plochy chladiče s protiproudým uspořádáním	29
Obrázek 2. 1 Funkční celky 1. NP.....	32
Obrázek 2. 2 Funkční celky 2.NP	33
Obrázek 2. 3 Graf průběhu teplot během dne.....	41
Obrázek 2. 4 Graf průběhu tepelné zátěže během dne	42
Obrázek 2. 5 Graf průběhu teplot během dne.....	43
Obrázek 2. 6 Graf průběhu tepelné zátěže během dne	44
Obrázek 2. 7 Tlakové poměry	48
Obrázek 2. 8 Talířové ventily LVS [10]	59
Obrázek 2. 9 Talířový ventil LVS [10].....	59
Obrázek 2. 10 Dimenzační schéma haly	61
Obrázek 2. 11 Dimenzační schéma – restaurace, squashové kurty	62

Obrázek 2. 12 Dimenzační schéma – squashové kurty.....	62
Obrázek 2. 13 Dimenzační schéma – hygienické zázemí	63
Obrázek 2. 14 Čtyřhranná a kruhová požární klapka PKTM III se servopohonem [11]	74
Obrázek 2. 15 Regulační klapka čtyřhranná RKTm a kruhová RKKTM s ručním ovládáním [12], [13]	74
Obrázek 2. 16 Tepelná izolace – léto (přívod).....	113
Obrázek 2. 17 Tepelná izolace – léto (odvod)	113
Obrázek 2. 18 Tepelná izolace – léto (sání).....	114
Obrázek 2. 19 Tepelná izolace – léto (výfuk)	114
Obrázek 2. 20 Tepelná izolace – zima (přívod).....	115
Obrázek 2. 21 Tepelná izolace – zima (odvod).....	115
Obrázek 2. 22 Tepelná izolace – zima (sání)	116
Obrázek 2. 23 Tepelná izolace – zima (výfuk)	116
Obrázek 2. 24 Tepelná izolace – zima (přívod).....	117
Obrázek 2. 25 Tepelná izolace – zima (odvod).....	117
Obrázek 2. 26 Tepelná izolace – zima (sání)	118
Obrázek 2. 27 Tepelná izolace – zima (výfuk)	118

Tabulky

Tabulka 1. 1 Hodnoty obtokového součinitele chladiče vzduchu F v závislosti na jeho konstrukčních parametrech a způsobu provozu [2]	28
Tabulka 1. 2 Hodnoty obtokového součinitele chladiče vzduchu F v závislosti na oblasti použití KZ [2]	28
Tabulka 2. 1 Klimatické údaje stavby.....	34
Tabulka 2. 2 Požadavky na vnitřní prostředí	34
Tabulka 2. 3 Výpočet součinitelů prostupu tepla	35
Tabulka 2. 4 Výpočet tepelných ztrát prostupem	38
Tabulka 2. 5 Tabulka místností.....	47
Tabulka 2. 6 Přívodní a odvodní prvky – hala s restaurací.....	55
Tabulka 2. 7 Přívodní a odvodní prvky – squashové kurty.....	57
Tabulka 2. 8 Přívodní a odvodní prvky – hygienické zázemí	60
Tabulka 2. 9 Dimenzování přívodního potrubí	65
Tabulka 2. 10 Dimenzování odvodního potrubí	67
Tabulka 2. 11 Dimenzování přívodního potrubí.....	69
Tabulka 2. 12 Dimenzování odvodního potrubí	70
Tabulka 2. 13 Dimenzování přívodního potrubí.....	71
Tabulka 2. 14 Dimenzování odvodního potrubí	72
Tabulka 2. 15 Útlum hluku – zař. č. 1 (přívod)	101
Tabulka 2. 16 Útlum hluku – zař. č. 1 (odvod)	102
Tabulka 2. 17 Útlum hluku – zař. č. 1 (sání)	103
Tabulka 2. 18 Útlum hluku – zař. č. 1 (výfuk).....	104

Tabulka 2. 19 Útlum hluku – zař. č. 2 (přívod)	105
Tabulka 2. 20 Útlum hluku – zař. č. 2 (odvod)	106
Tabulka 2. 21 Útlum hluku – zař. č. 2 (sání)	107
Tabulka 2. 22 Útlum hluku – zař. č. 2 (výfuk)	108
Tabulka 2. 23 Útlum hluku – zař. č. 3 (přívod)	109
Tabulka 2. 24 Útlum hluku – zař. č. 3 (odvod)	110
Tabulka 2. 25 Útlum hluku – zař. č. 3 (sání)	111
Tabulka 2. 26 Útlum hluku – zař. č. 3 (výfuk)	112
Tabulka 3. 1 Tabulka výkonů	132
Tabulka 3. 2 Technická specifikace – zařízení č. 1	133
Tabulka 3. 3 Technická specifikace – zařízení č. 3	134

PŘÍLOHY

Výkres č. 1	Půdorys 1. NP
Výkres č. 2	Řez E – E'
Výkres č. 3	Řez F – F'
Výkres č. 4	Strojovna VZT
Výkres č. 5	Půdorys 2. NP